

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Космических и информационных технологий
Базовая кафедра геоинформационных систем

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ В. И. Харук
подпись
« ____ » _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия на
окружающую природную среду г. Красноярск.

09.03.02 - Информационные системы и технологии

Научный руководитель _____ доцент каф. Б-ГИС, к.т.н. А. С. Савельев
подпись, дата

Выпускник _____ И. А. Выгузова
подпись, дата

Нормоконтроллер _____ Е. В. Федотова
подпись, дата

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Базовая кафедра геоинформационных систем

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ В. И. Харук
ПОДПИСЬ

«_____» _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Выгузовой Ирине Александровне

Группа КИ13-21Б, направление 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Тема бакалаврской работы «Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия на окружающую природную среду г. Красноярска».

Утверждена приказом по университету № 2929/с от 07.03.2017г.

Руководитель ВКР А. С. Савельев, доцент кафедры Б-ГИС.

Исходные данные для ВКР: методические данные руководителя.

Перечень разделов ВКР: введение; обзор объекта исследования, источников данных и используемого программного обеспечения; подготовка картографической основы для построения тематических карт; картографирование антропогенного воздействия на окружающую среду; заключение.

Перечень графического материала: слайды презентации.

Руководитель ВКР

подпись

А. С. Савельев

Задание принял к исполнению

подпись

И. А. Выгузова

« ____ » _____ 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме "Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия на окружающую природную среду г. Красноярска" содержит 52 страницы текстового документа, 22 использованных источника.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, ГАУССОВА МОДЕЛЬ ДИФфуЗИИ, РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, КРАСНОЯРСКАЯ АГЛОМЕРАЦИЯ.

В работе картографировались данные Регионального кадастра отходов, данные форм 2-ТП, ежегодных государственных докладов "О состоянии окружающей среды в Красноярском крае".

Цель работы: создание серии тематических карт, отражающих различные виды негативного воздействия на окружающую среду Красноярской агломерации, имеющих лучшее пространственное разрешение и детализацию по конкретным загрязняющим веществам по сравнению с ежегодными докладами о состоянии окружающей среды.

Задачи работы:

а) подготовка картографической основы для тематических карт на базе публичной карты Open Street Map и ее стилевое оформление;

б) геокодирование источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и анализ пространственных вариаций концентраций веществ на основе Гауссовой модели диффузии;

в) построение колорплетных карт объемов забора воды по муниципальным районам, а также массы сброса загрязняющих веществ в разрезе муниципальных районов и водных объектов;

г) создание карты объектов размещения бытовых и промышленных отходов, построение линейных трендов для оценки динамики массы размещаемых отходов по муниципальным районам.

Анализ литературы позволяет сделать вывод, что имеющиеся данные по загрязнению окружающей среды представляются в обобщенной форме и

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Обзор объекта исследования, источников данных и используемого программного обеспечения	6
1.1 Источники антропогенного воздействия на окружающую среду	6
1.2 Характеристика используемых источников информации	11
1.2.1 Open Street Map Россия — Карта-Online	12
1.2.2 Ежегодные государственные Доклады "О состоянии окружающей среды в Красноярском крае"	12
1.2.3 Данные государственной статистической отчетности 2ТП	13
1.2.4 Региональный кадастр отходов Красноярского края	14
1.2.5 Федеральный классификационный каталог отходов	15
1.3 Используемое программное обеспечение	16
1.3.1 Геоинформационная система QuantumGIS	17
1.3.2 Библиотека для работы с географическими данными GDAL	18
1.3.3 Статистическая обработка данных в Microsoft Excel	18
2 Подготовка картографической основы для построения тематических карт ...	19
2.1 Структура слоев публичной карты OpenStreetMap	19
2.2 Получение и обработка карты в QuantumGIS	21
2.3 Стилизовое оформление слоев	22
3 Картографирование антропогенного воздействия на окружающую среду	23
3.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	23
3.1.1 Геокодирование источников выбросов в атмосферу по данным 2ТП-воздух	24
3.1.2 Методы расчета концентраций загрязняющих веществ	28
3.1.3 Пространственное распределение выбросов загрязняющих веществ ..	31
3.2 Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты	36
3.2.1 Показатели забора и сброса воды по районам	36
3.2.2 Карты пространственного распределения массы сбросов загрязняющих веществ	38
3.3 Обращение бытовых и промышленных отходов	40

3.3.1 Подготовка карты объектов размещения отходов	40
3.3.2 Анализ пространственного распределения массы обращающихся отходов	42
3.3.3 Регрессионный анализ массы обращающихся отходов по районам	44
Заключение	49
Список использованных сокращений	51
Список использованных источников	52

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы негативного воздействия на окружающую природную среду от деятельности человека являются весьма актуальными. Существенное ухудшение экологической обстановки в городах приводит к целому ряду серьезных социальных проблем, к числу которых относятся снижение продолжительности жизни и периода активности деятельности городских жителей, рост показателей заболеваемости и смертности, ухудшение психического и социального здоровья [1].

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух приводят к изменениям городского микроклимата, ухудшению состояния здоровья населения, развитию коррозии металлических зданий и бетона и снижению прочности конструкций и проч. Кроме того выбросы в атмосферу являются причиной глобальных негативных процессов, в т.ч. потепления климата на планете. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты делают негодными для хозяйственного использования один из наиболее ценных ресурсов в современном мире – поверхностных и подземных вод [2]. Главным источником загрязнения водных объектов являются сточные воды промышленных предприятий. Загрязнение водных объектов в настоящее время приобрело глобальный характер и поставило под угрозу ресурсы питьевой воды.

Бытовые и промышленные отходы могут влиять на загрязнение водных объектов, атмосферы и почвы. Огромные массы образующихся и размещаемых бытовых и промышленных отходов изменяют природные ландшафты; загрязняющие вещества от свалок в конечном итоге попадают в подземные воды (через осадки) или в атмосферу (при сжигании).

Наибольшему антропогенному воздействию подвержена окружающая среда вблизи городских агломераций, мегаполисов. Город Красноярск и прилегающие к нему районы имеют большую долю в антропогенном воздействии на окружающую среду Красноярского края. Здесь проживает более одного миллиона трехсот сорока тысяч человек и расположены крупные предприятия металлургической, химической промышленности и

теплоэнергетики. В качестве объекта исследования выбрана территория 60-км зона вокруг Красноярска, включающая Емельяновский, Березовский, Сухобузимский, Манский муниципальные районы, а также г. Железногорск, г. Дивногорск, г. Сосновоборск.

Для характеристики антропогенного воздействия на окружающую среду (ОС) природоохранные службы собирают статистическую информацию от предприятий и организаций по формам 2ТП-воздух, 2ТП-водхоз, 2ТП-отходы. Обобщенная информация по различным видам негативного воздействия публикуется в ежегодных докладах о состоянии окружающей среды. В этих докладах информация представлена в разрезе муниципальных районов. Но многие виды антропогенного воздействия имеют локальный характер и могут быть картографированы средствами геоинформационных систем (ГИС) по данным 2ТП.

Целью настоящей работы является создание серии тематических карт, отражающих различные виды негативного воздействия на окружающую среду Красноярской агломерации, имеющих лучшее пространственное разрешение и детализацию по конкретным загрязняющим веществам по сравнению с ежегодными докладами о состоянии окружающей среды.

Задачи работы:

а) подготовка картографической основы для тематических карт на базе публичной карты Open Street Map и ее стилевое оформление;

б) геокодирование источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и анализ пространственных вариаций концентраций веществ на основе Гауссовой модели диффузии;

в) построение колорплетных карт объемов забора воды по муниципальным районам, а также массы сброса загрязняющих веществ в разрезе муниципальных районов и водных объектов;

г) создание карты объектов размещения бытовых и промышленных отходов, построение линейных трендов для оценки динамики массы размещаемых отходов по муниципальным районам.

1 Обзор объекта исследования, источников данных и используемого программного обеспечения

Основным антропогенным загрязнением подвержены крупные города и прилегающие к ним территории, т.к. рядом с ними сосредоточено большое количество предприятий, которые образуют загрязняющие вещества, население также играет роль, чем больше население, тем больше потребностей, отходов образуется. В данной работе показано негативное влияние на ОС по фактическому расположению источников загрязнения. Используемые источники данных: ежегодные государственные доклады, формы 2-ТП, Карта Open Street Map; программное обеспечение: QuantumGIS, Microsoft Excel.

1.1 Источники антропогенного воздействия на окружающую среду

Под антропогенным воздействием на природную среду понимают прямое или опосредованное влияние человеческого общества на природу, приводящее к точечным, локальным или глобальным ее изменениям [3]. Выделяют несколько видов загрязнения ОС: физическое, химическое, биологическое, биотическое, механическое.

Физическое загрязнение — проявляющееся в отклонениях от нормы ее температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств. Этот вид загрязнения может быть представлен различными формами:

а) тепловое загрязнение характеризуется периодическим или длительным повышением температуры среды выше естественного уровня; характерно для воздушной и водной сред (в результате выбросов/сбросов нагретых газов и отработанных вод);

б) световое загрязнение связано с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещенности местности за счет использования источников искусственного освещения; эта форма загрязнения

способна приводить к аномалиям в развитии живых организмов, стать причиной их миграции;

в) шумовое загрязнение характеризуется превышением уровня естественного шумового фона; основной его источник – технические устройства, транспорт;

г) радиоактивное загрязнение связано с превышением естественного радиационного фона и уровня содержания в природной среде радиоактивных элементов и веществ;

д) электромагнитное – форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с нарушением ее электромагнитных свойств; основные источники — линии электропередачи (ЛЭП), теле- и радиоустановки [3].

Химическое загрязнение — формирующееся в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду химических веществ, не свойственных ей, а также в концентрациях, превышающих естественные. Основными источниками загрязнения являются промышленность, транспорт, сельское хозяйство [3]. Химические вещества делятся на несколько классов опасности (таблица 1).

Таблица 1 — Классы опасности веществ

Класс опасности	Характеристика	Примеры веществ
I класс, чрезвычайно опасные	Степень вредного воздействия опасных отходов – очень высокая. Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует.	отходы полихлорированных дифенилов и терфенилов, полибромированных дифенилов, шлам с содержащий тетраэтилсвинец; крезол (остатки крезола, потерявшего потребительские свойства); отходы солей мышьяка в твердом виде; ртутьсодержащие изделия, устройства, приборы, потерявшие потребительские свойства; ртутные термометры отработанные и брак, потерявшие потребительские свойства; отходы асбеста, асбестовая пыль
II класс, высокоопасные	Степень вредного воздействия опасных отходов – высокая. Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.	кабель медно-жильный оцинкованный, потерявший потребительские свойства; аккумуляторы свинцовые отработанные, брак (неповрежденные, с не слитым электролитом); остатки рафинирования нефтепродуктов, отходы кислых смол, кислого дегтя; щелочи аккумуляторные отработанные; кислота аккумуляторная серная отработанная; отходы хлорида меди в твердом виде; отходы солей свинца в твердом виде;

Продолжение таблицы 1

III класс, умеренно опасные	Степень вредного воздействия опасных отходов – средняя. Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.	провод медный, покрытый никелем, незагрязненный, потерявший потребительские свойства; ацетон, потерявший потребительские свойства; обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более); шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн, гидронаторов) от нефти; дизельное топливо, потерявшее потребительские свойства; авиационные, автомобильные и моторные масла, потерявшие потребительские свойства; пыль цементная; песок, загрязненный бензином (количество бензина 15% и более); песок, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более); навоз от свиней свежий; помет утиный, гусиный, куриный свежий;
IV класс, малоопасные	Степень вредного воздействия опасных отходов – низкая. Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет.	мусор строительный от разборки зданий; мусор от бытовых помещений организаций несортированный; отходы из жилищ несортированные; покрышки отработанные; отходы битума, асфальта в твердой форме; пыль черных металлов незагрязненная; пыль гипсовая; пыль бетонная; пыль от шлаковаты; пыль кирпичная; отходы мела в виде порошка или пыли; разнородные отходы бумаги и картона; отходы рубероида; опилки разнородной древесины; отходы перьев и пуха; навоз от звероводческих хозяйств свежий;

V класс, практически неопасные	Степень вредного воздействия опасных отходов – очень низкая. Экологическая система практически не нарушена.	скорлупа от куриных яиц; отходы щепы, опилки и стружка натуральной чистой древесины; деревянная упаковка из натуральной древесины; отходы бумаги и картона от резки и штамповки; зола древесная и соломенная; керамические изделия, потерявшие потребительские свойства; строительный щебень, потерявший потребительские свойства; бой строительного кирпича; отходы цемента в кусковой форме; лом чугуна, стальной, черных металлов и алюминия несортированный; стружка стальная незагрязненная; железные бочки, потерявшие потребительские свойства; пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства; отходы полиэтилена в виде пленки; электрические лампы накаливания отработанные и брак [4].
--------------------------------------	---	---

Механическое — загрязнение окружающей среды агентами, которые оказывают механическое воздействие (например, захламление мусором разных видов).

Радиационное — антропогенное воздействие ионизирующего излучения радиоактивных веществ, превышающее природный уровень радиоактивности.

Биологическое загрязнение отличается большим разнообразием и включает:

- а) привнесение в экосистему чуждых ей живых организмов (животных, растений, микроорганизмов);
- б) поступление биогенных веществ;
- в) привнесение организмов, вызывающих нарушение баланса популяций;
- г) антропогенное нарушение исходного состояния присущих экосистеме живых организмов (например, массовое размножение микроорганизмов или негативное изменение их свойств) [5].

Большинство видов загрязнения возможно отследить с помощью специальных приборов, однако, оценка влияния таких загрязнений на окружающую среду остается сложной проблемой, к ним можно отнести шумовое и световое загрязнения. Поэтому в данной работе было выделено три раздела по антропогенному воздействию на Красноярскую агломерацию, по которым будет производиться исследование:

- а) выбросы в атмосферу
- б) сбросы в водные объекты
- в) отходы промышленные, бытовые

Источники данных загрязнений имеют установления предельно допустимых значений количества выбросов/сбросов в окружающую среду. Каждое предприятие, организация, район подает отчетность о количестве загрязняющих веществ, которое было выброшено/сброшено за определенный период. Регулирование допустимых выбросов устанавливается для каждого источника загрязнений, если происходит превышение максимально разрешенного уровня выбросов, то к данному источнику применяются штрафные санкции.

Рассматривается территория Красноярской агломерации. Одна из крупнейших агломераций в Сибири и в России. Численность населения агломерации-миллионера в 2014 году составляла более одного миллиона трёхсот тысяч человек и по прогнозам к 2020 году может составить 1,5 миллиона человек. В городской агломерации есть ряд крупных городов и городских поселений — г. Железногорск, г. Дивногорск, г. Сосновоборск; близлежащие населённые пункты Манского, Сухобузимского, Березовского и Емельяновского районов [6].

Каждый год происходит сбор данных по антропогенному влиянию на всей территории РФ. После обработки, анализа эти данные публикуются в различных источниках, на их основе происходит построение тематических карт, показывающих влияние человека на ОС. Одним из примеров публикаций, являются ежегодные Государственные доклады "О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации". В данных докладах представлены данные, которые показывают какое количество загрязняющих веществ было выброшено в атмосферу в данном районе, сколько сброшено загрязненной воды в природные водные объекты и т.д.

Однако в данных докладах представлена информация, показывающая влияние деятельности человека в целом на какую либо территорию по

суммарным показателям. Тематические карты, созданные на основе собранных показателей, содержат данные, которые могут быть нормированы в абсолютных величинах, так и показывать влияние на единицу площади или одного жителя (рисунок 1).

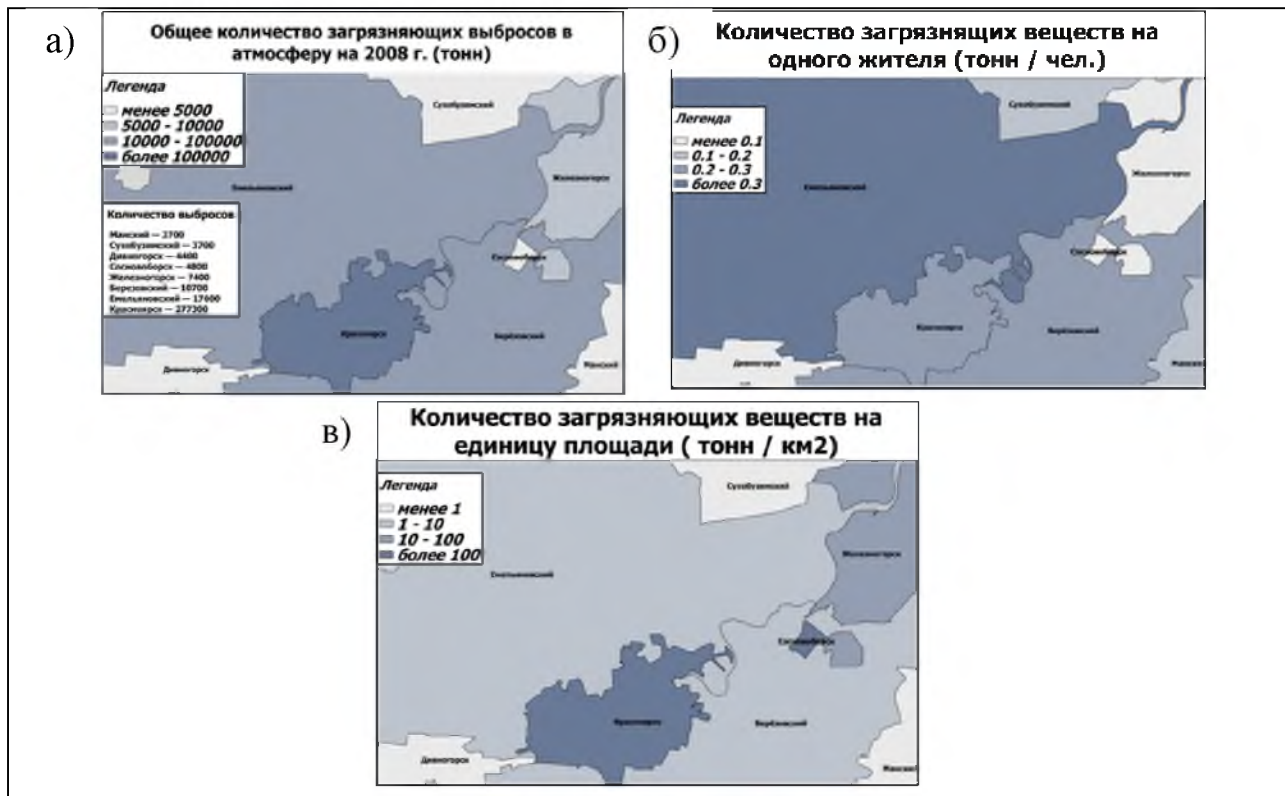


Рисунок 1 — Количество загрязняющих веществ а) общее б) на одного жителя в) на единицу площади

Настоящая работа своей задачей ставила в первую очередь показать фактическое распределение антропогенного воздействия от источников загрязнений.

1.2 Характеристика используемых источников информации

Для создания картографического отображения были использованы несколько источников данных. На основе карты OpenStreetMap была создана картографическая основа; ежегодные государственные доклады позволили получить информацию о количестве загрязнений по районам; формы 2-ТП по

отходам, воздуху и водным объектам позволили получить информацию непосредственно о количестве выбросов, об источниках выбросов.

1.2.1 Open Street Map Россия — Карта-Online

Open Street Map (OSM) представляет данные для тысячи сайтов, мобильных приложений и устройств. OSM создана сообществом картографов, которые добавляют и поддерживают данные о дорогах, тропах, кафе, вокзалах и многих других объектах по всему миру [7].

Основным преимуществом данной карты является то, что она постоянно обновляется Online, потому что ведет ее интернет-сообщество. Любой человек может предоставить треки со своих GPS-устройств, аэрофотоснимки, панорамы улиц. После проверки данных на достоверность, карта обновляется. К недостаткам можно отнести неравномерное пространственное разрешение. Она детальная там, где есть активность людей: в городах, вдоль трасс. Местность с отсутствием активности может отображаться с сильными искажениями.

Так как объектом исследования является Красноярская агломерация, а не территория с отсутствием активности людей, в качестве источника данных была использована OSM. Данная территория представлена очень подробно, с детальным нанесением всех объектов местности: дороги, мосты, строения, заводы и другие объекты.

1.2.2 Ежегодные государственные Доклады "О состоянии окружающей среды в Красноярском крае"

Каждое издание содержит фактические сведения о качестве природной среды, о состоянии природных ресурсов края и подводит итог природной деятельности за год. Цель Доклада — дать полную и объективную характеристику состояния ОС в регионе, в том числе экологической и радиационной обстановки, использования природных ресурсов, воздействия

экономической деятельности на здоровье населения и природные ресурсы, экологического мониторинга, а также мер, принимаемых органами государственного контроля и надзора в области охраны ОС. Ежегодные государственные доклады содержат систематизированную аналитическую информацию о состоянии природных ресурсов и качестве ОС, в том числе в динамике [8]. Используются разделы об атмосферном воздухе, поверхностных и подземных водах, образовании отходов и обращении с ним, берутся показатели антропогенного воздействия на выбранную территорию.

1.2.3 Данные государственной статистической отчетности 2ТП

Форма 2-ТП (воздух) и Форма 2-ТП-воздух (срочная) "Сведения об охране атмосферного воздуха" введены в действие приказом Росстата от 29.08.2014 № 540 [9]. Данные формы заполняются юридическими лицами, предприятиями и т.д., которые имеют источники выбросов в атмосферный воздух, независимо от того, есть ли у них очистные установки или нет. Содержит информацию о виде загрязняющих веществ: твердые, газообразные и жидкие; какие вещества были уловлены и обезврежены и т.д.

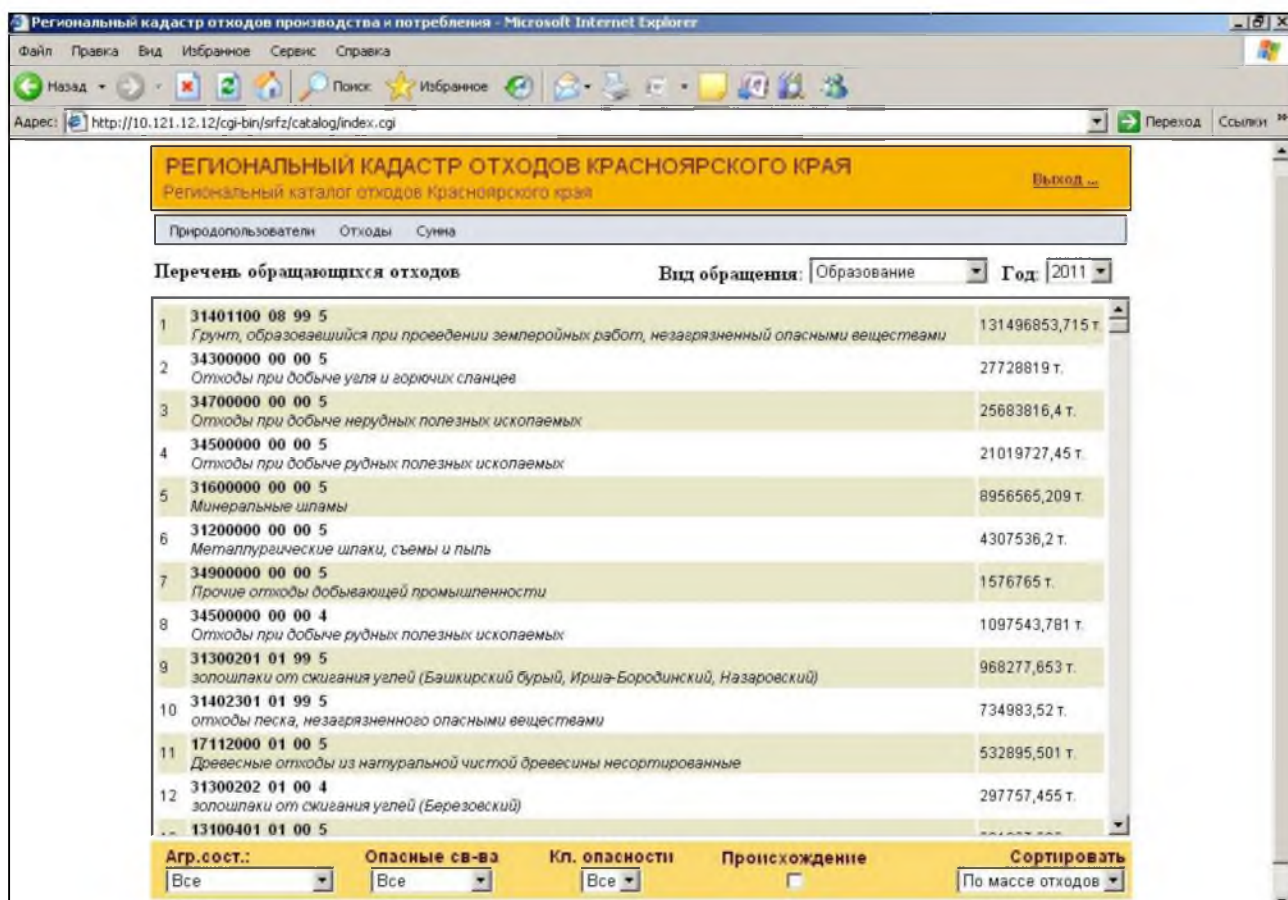
Форма 2-ТП (отходы) — это форма федерального статистического наблюдения "Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления", сбор и обработка данных по которой осуществляются в системе Росприроднадзора [10]. Предоставляется организациями, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, которые осуществляют деятельность по обращению с отходами производства и потребления. В данной форме заполняется информация о наименовании отходов, классе опасности, хранении и захоронении, количестве образовании за год.

Форма 2-ТП (водхоз) — "Сведения об использовании воды" оформляется в соответствии с Постановлением Госкомстата РФ от 13 ноября 2000 г. №110 "Об утверждении статистического инструментария для организации МПР России

статистического наблюдения за запасами полезных ископаемых, геологоразведочными работами и их финансированием, использованием воды и начисленными платежами за загрязнение окружающей среды" [11]. Предоставляют данные о заборе воды из подземных или поверхностных вод и сбросе сточных вод. Содержит информацию о количестве использованное, забранной, потерянной воды; количестве содержащихся загрязняющих веществ.

1.2.4 Региональный кадастр отходов Красноярского края

Региональный кадастр отходов (РКО) — система документов, которая включает в себя данные, представляемые органами местного самоуправления, а также юридическими лицами, осуществляющими деятельность по обращению с отходами (рисунок 2); РКО вправе вести органы исполнительной власти субъектов РФ [12].



№	Код	Наименование	Количество
1	31401100 08 99 5	Грунт, образовавшийся при проведении землеройных работ, незагрязненный опасными веществами	131496853,715 т.
2	34300000 00 00 5	Отходы при добыче угля и горючих сланцев	27728819 т.
3	34700000 00 00 5	Отходы при добыче нерудных полезных ископаемых	25683816,4 т.
4	34500000 00 00 5	Отходы при добыче рудных полезных ископаемых	21019727,45 т.
5	31600000 00 00 5	Минеральные шламы	8956565,209 т.
6	31200000 00 00 5	Металлургические шлаки, сѐмы и пыль	4307536,2 т.
7	34900000 00 00 5	Прочие отходы добывающей промышленности	1576765 т.
8	34500000 00 00 4	Отходы при добыче рудных полезных ископаемых	1097543,781 т.
9	31300201 01 99 5	золошлаки от сжигания углей (Башкирский бурый, Ирша-Бородинский, Назаровский)	968277,853 т.
10	31402301 01 99 5	отходы песка, незагрязненного опасными веществами	734983,52 т.
11	17112000 01 00 5	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	532895,501 т.
12	31300202 01 00 4	золошлаки от сжигания углей (Березовский)	297757,455 т.
...	13100401 01 00 5		

Рисунок 2 — Региональный кадастр отходов Красноярского края

РКО содержит перечень отходов по субъектам, информацию об агрегатном состоянии, опасных свойствах, о классе опасности, о виде обращения, о годе отчетности.

1.2.5 Федеральный классификационный каталог отходов

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) является составной частью государственного кадастра отходов и представляет собой перечень видов отходов, находящихся в обращении в Российской Федерации и систематизированных по совокупности классификационных признаков: происхождению, условиям образования (принадлежности к определенному производству, технологии), химическому и (или) компонентному составу, агрегатному состоянию и физической форме [13].

ФККО имеет иерархическую структуру и содержит 9 блоков: отходы сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства; отходы добычи полезных ископаемых; отходы обрабатываемые промышленности; отходы потребления производственные и непроизводственные, материалы, изделия утратившие потребительские свойства; отходы обеспечения электроэнергией, газом и паром; отходы при водоснабжении, водоотведении, деятельности по сбору и обработке отходов; отходы строительства и ремонта; отходы при выполнении прочих видов деятельности, не вошедшие в блоки 1-3, 6-8. Пример приведён на рисунке 3.

БЛОК 3	
Код	Наименование
3 00 000 00 00 0	ОТХОДЫ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (включая отходы очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях, исключая неспецифические отходы производственного потребления)
3 01 000 00 00 0	ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, НАПИТКОВ, ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
3 01 100 00 00 0	Отходы производства пищевых продуктов
3 01 130 00 00 0	<i>Отходы переработки и консервирования фруктов и овощей</i>
3 01 131 00 00 0	<i>Отходы переработки и консервирования фруктов</i>
3 01 131 01 29 5	выжимки фруктовые и ягодные
3 01 131 02 20 5	косточки плодовые
3 01 132 00 00 0	<i>Отходы переработки и консервирования овощей</i>
3 01 132 01 29 5	выжимки овощные
3 01 132 02 29 5	шкурки и семена овощные
3 01 132 03 29 5	очистки овощного сырья
3 01 132 04 29 5	осадок (шлам) земляной от промывки овощей (свеклы, картофеля и т.д.)
3 01 140 00 00 0	<i>Отходы производства растительных масел и жиров</i>
3 01 141 00 00 0	<i>Отходы производства растительных масел</i>
3 01 141 10 00 0	Отходы масличных семян
3 01 141 11 20 5	отходы семян подсолнечника
3 01 141 12 20 5	отходы льна масличного
3 01 141 20 00 0	Лузга масленичных культур
3 01 141 21 49 5	лузга подсолнечная
3 01 141 30 00 0	Отходы жмыха
3 01 141 31 29 5	жмых подсолнечный
3 01 141 32 29 5	жмых льняной
3 01 141 33 29 5	жмых горчичный

Рисунок 3 — Фрагмент Федерального классификационного каталога отходов

Для каждого отхода указывается 11-значный код, первая цифра которого указывает отношение к блоку. Каждая последующая цифра указывает на отношение к подразделу блока.

1.3 Используемое программное обеспечение

Для выполнения данной работы используется QGIS, так как данный продукт обладает большим количеством инструментов для обработки данных и является бесплатным программным обеспечением [14]. Данные характеризующие загрязняющие источники обрабатываются в Microsoft Excel, который позволяет работать с большим объемом данных, производить фильтрацию по столбцам.

1.3.1 Геоинформационная система QuantumGIS

QuantumGIS (QGIS) — географическая информационная система с открытым исходным кодом. Каждый пользователь может проверить и исправить исходный код. Имеет простой и понятный интерфейс [14]. Пример интерфейса приведен на рисунке 4.

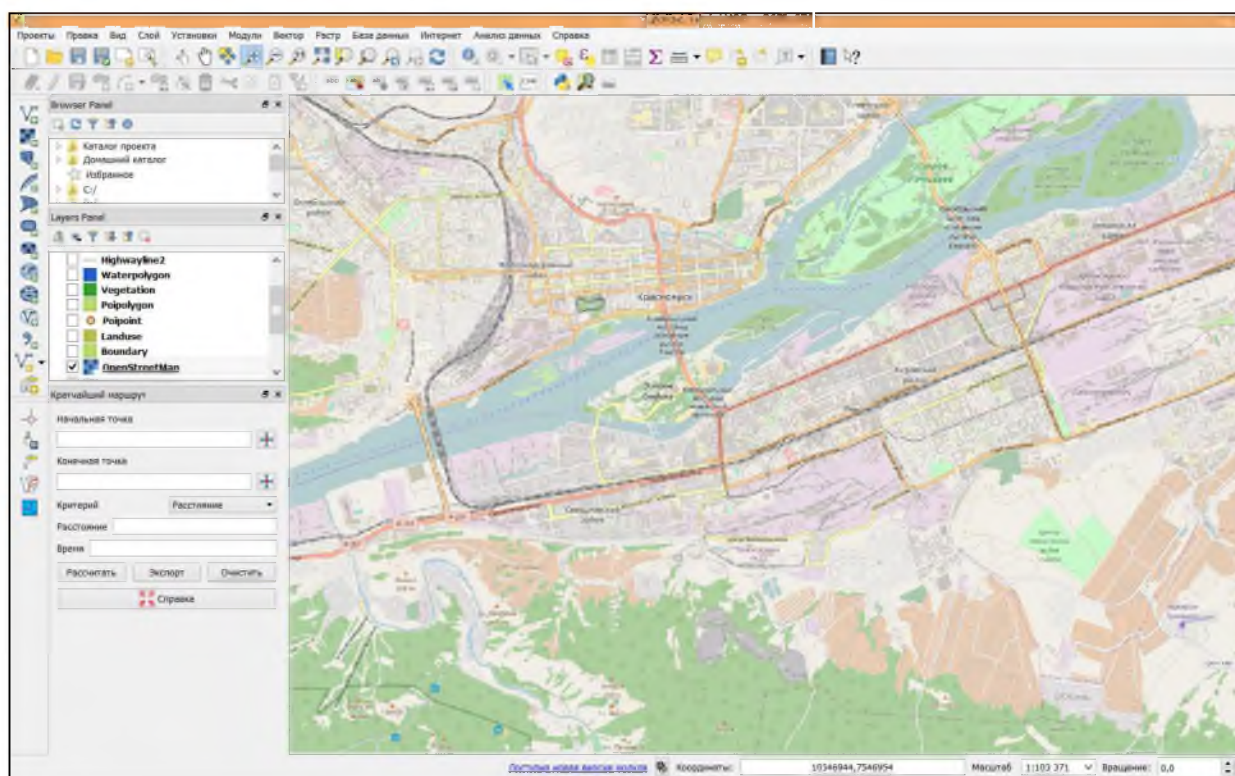


Рисунок 4 — Пример окна QuantumGIS с загруженной картой-подложкой OpenStreetMap

Позволяет работать с данными различных форматов; загружать онлайн-карты через интернет, их использование дает возможность отмечать необходимые объекты по адресам и при этом не использовать большое количество слоев; простой и понятный интерфейс пользователя не требует предварительных навыков, достаточно просто производить заполнение таблицы атрибутов, изменение свойств слоев, геообработку.

1.3.2 Библиотека для работы с географическими данными GDAL

Модуль GDAL Tools содержит инструменты, позволяющие работать с растровыми и векторными форматами, включены инструменты для создания векторных слоев изолиний, виртуального растра VRT (Virtual Raster Tile в формате XML) из набора растровых файлов [14]. Для работы использовались различные форматы, наиболее важные для нашей области: .geotiff, .hdf, .dbf и другие. Позволяет получать метаданные о растрах: проекция, размер растра, состав слоев. GDAL использовался для перепроецирования, для объединения слоев, обрезки слоев.

1.3.3 Статистическая обработка данных в Microsoft Excel

Microsoft Excel входит в состав пакета Microsoft Office. Имеет широкий спектр инструментов для работы с данными. Позволяет составлять таблицы, диаграммы и графики, на основе данных строить линии трендов, производить расчеты, вычислять сложные и простые функции, осуществлять фильтрацию данных по выбранным параметрам. Одним из плюсов Excel является возможность работать, сохранять данные в различных форматах. Так, используя формат .CSV, происходит добавление информации в таблицы атрибутов слоев в QGIS по источникам загрязнений.

2 Подготовка картографической основы для построения тематических карт

Для создания карт, показывающих негативное воздействие на окружающую среду, необходимо подготовить картографическую основу. Для этого обрабатываются данные OSM: загрузка shape-файлов, обрезка слоев до необходимого размера, настраивается стилевое оформление слоев, для понятного восприятия отображенных объектов.


2.1 Структура слоев публичной карты OpenStreetMap

Для выполнения практической части задания необходимые исходные данные были взяты с сайта Географические информационные системы и дистанционное зондирование (<http://www.gis-lab.info>). На сайте наборы данных представлены совокупностью shape-файлов, разбитых в соответствии с административным делением на субъекты Российской Федерации. Был скачен архив с данными, отображающий территорию Красноярского края, с настроенными слоями и условными обозначениями (рисунок 5).

Данные OSM в формате shape-файлов

О сервисе

Слои



Имя	Версия	Количество объектов
boundary-polygon	2017-05-13 00:00:00	593
building-point	2017-05-13 00:00:00	130
building-polygon	2017-05-13 00:00:00	178997
highway-line	2017-05-13 00:00:00	78525
landuse-polygon	2017-05-13 00:00:00	23617
nature_reserve-polygon	2017-05-13 00:00:00	20
poi-point	2017-05-13 00:00:00	6255
poi-polygon	2017-05-13 00:00:00	6983
railway-line	2017-05-13 00:00:00	4770
railway-platform-polygon	2017-05-13 00:00:00	26
railway-station-point	2017-05-13 00:00:00	552
settlement-point	2017-05-13 00:00:00	2033
settlement-polygon	2017-05-13 00:00:00	1423
surface-polygon	2017-05-13 00:00:00	662
vegetation-polygon	2017-05-13 00:00:00	27191
water-line	2017-05-13 00:00:00	11305
water-polygon	2017-05-13 00:00:00	3600

Нажмите на

Рисунок 5 — Слои архива по Красноярскому краю

Исходные данные по Красноярскому краю имеют 17 слоев. Для создания тематических карт нет необходимости в использовании всех слоев, так как некоторые из них отображают объекты, не используемые в данной работе.

Таблица 2 — Слои подготовленной пространственной основы

Слой	Тип данных	Характеристика
Landuse-polygon	Полигональный	Слой, отображающий информацию о землепользовании.
Highway-line	Линейный	Слой, отображающий информацию о дорогах.
Vegetation-polygon	Полигональный	Слой, отображающий информацию о растительности.
Building-polygon	Полигональный	Слой, отображающий информацию о зданиях, а именно: Название улицы, номер дома
Boundary-polygon	Полигональный	Слой, отображающий информацию о муниципальных районах, а именно: Наименование муниципальных районов.
Water-line	Линейный	Слой, отображающий информацию о реках, а именно: Название рек.
Water-polygon	Полигональный	Слой, отображающий информацию об водоемах, а именно: Название водоемов.

Для дальнейшей работы были отобраны слои, наличие которых необходимо для создания тематических карт. В таблице 2 представлены отобранные слои и их типы данных. Они отображают водные объекты, растительность и землепользование, транспортную структуру, здания, границы муниципальных районов и округов. Количество объектов в каждом слое:

- а) Landuse-polygon — 23617;
- б) Highway-line — 78525;
- в) Vegetation-polygon — 27191;
- г) Building-polygon — 178997;
- д) Boubdary-polygon — 593;
- е) Water-line — 11305;
- ж) Water-polygon — 36039.

2.2 Получение и обработка карты в QuantumGIS

Исходные данные показывают всю территорию Красноярского края, однако, для создания тематических карт необходимо провести обрезку слоев, которая позволит отобразить только исследуемую территорию.

На рисунке 6 представлена схема процесса обрезки слоев OSM. Для обрезки был создан дополнительный полигональный слой Cut_Border, имеющий границы Красноярской агломерации.

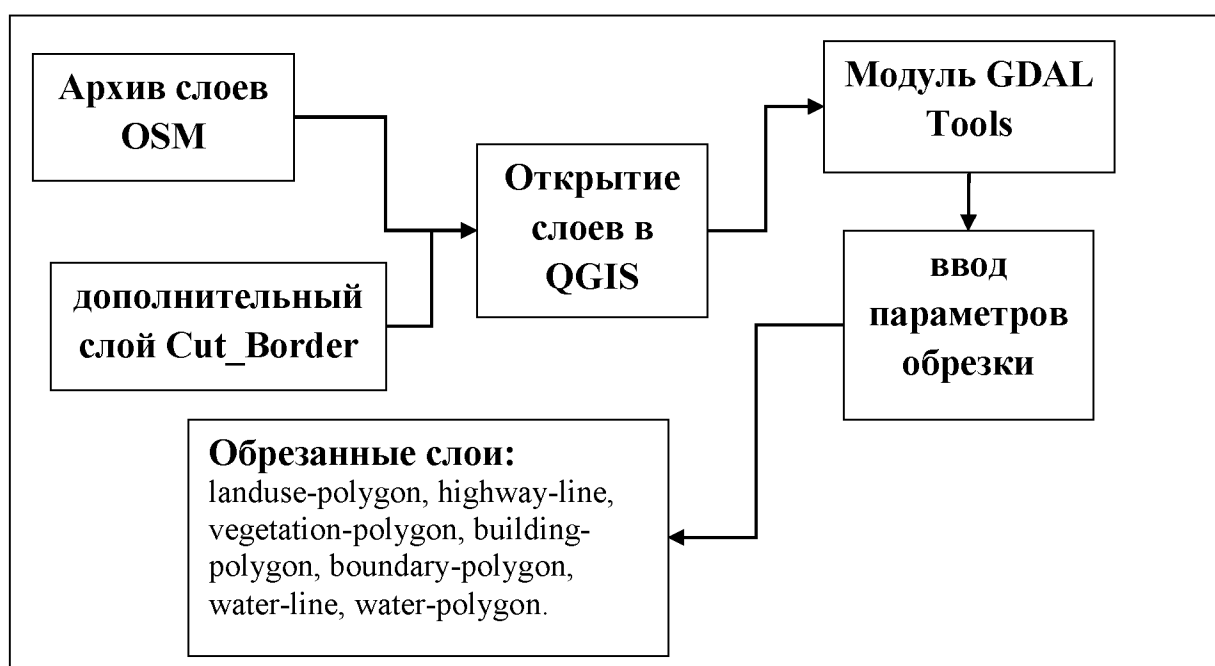








Рисунок 6 — Схема обрезки слоев

Обрезка векторной карты по рамке выполнялась при помощи модуля GDAL. Для этого необходимо выбрать в меню ГИС Quantum GIS пункт "Вектор" → "Геообработка" → "Обрезка". В открывшемся окне в качестве исходного векторного слоя поочередно выбирались слои карты Open Street Map, а как слой отсечения используется дополнительно созданный слой Cut_Border. Обрезка производится отдельно для каждого исходного слоя карты. Площадь Красноярского края равна 2340000 км², после завершения обрезки исходных данных площадь исследуемой территории стала 21376 км².

2.3 Стилизовое оформление слоев

Цветовое оформление тематических карт должно обеспечивать правильное и полное распознавание типов изображаемых объектов карты, поэтому цвета в какой-то мере соответствуют действительной окраске отображаемых объектов. В ходе создания стилизового оформления были выделены отдельные объекты отображенные на карте (таблица 3).

Таблица 3 — Условные обозначения

Название условных знаков	Цвет	Изображение на карте
Здания населенных пунктов	Темно-серый	
Дороги	Светло-серый	
Растительность	Зеленый	
Землепользование	Оливковый	
Узкие реки, каналы	Синий	
Озера, водоемы, широкие реки	Синий	

Пример изображения части города



3 Картографирование антропогенного воздействия на окружающую среду

Деятельность человека оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В федеральном законе "Об охране окружающей среды" выделяется несколько общих видов такого воздействия: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и транспорта, сбросы в водные объекты, размещение промышленных и бытовых отходов, шумовое и световое воздействие, радиационное загрязнение и др. Воздействие предприятий на окружающую среду нормируется по ПДВ, ПДС, нормативами образования и размещения отходов. Суммарные величины в течение года по видам воздействия отражаются в формах государственной статистической отчетности 2ТП-воздух, 2ТП-водхоз, 2ТП-отходы, а также в ежегодных докладах о состоянии окружающей природной среды Красноярского края. Эти доклады содержат таблицы и отчеты в разрезе муниципальных районов.

Геокодирование источников негативного воздействия средствами ГИС позволяет получать более детальные карты. Для этого выполняется обработка данных 2ТП в СУБД PostgreSQL, которые содержат информацию об источниках загрязнений, их пространственном размещении, количестве выбрасываемых загрязняющих веществ. Обработанные данные загружаются в QGIS. Создаются карты размещения бытовых и промышленных отходов; карты, отражающие негативное воздействие на атмосферу, водные объекты.

3.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников

Стационарные источники загрязнения относятся к территории конкретного предприятия, закреплены за юридическим или физическим лицом и подлежат постоянному контролю. Для каждого вида загрязняющего вещества установлены нормативы допустимых выбросов, которые следует соблюдать

[15]. Данные 2ТП-воздух содержат информацию об источниках загрязняющих веществ, количестве выбросов. Данные обрабатываются в Microsoft Excel, загружаются в QGIS для вынесения источников на картографическую основу.

3.1.1 Геокодирование источников выбросов в атмосферу по данным 2ТП-воздух

Схема процесса обработка данных источников выбросов в атмосферу показана на рисунке 7. Для создания тематических карт необходимо знать места расположения источников выбросов в атмосферу и иметь в таблице атрибутов характеристики, позволяющие связывать данные по количеству, типу выбросов с их источниками.

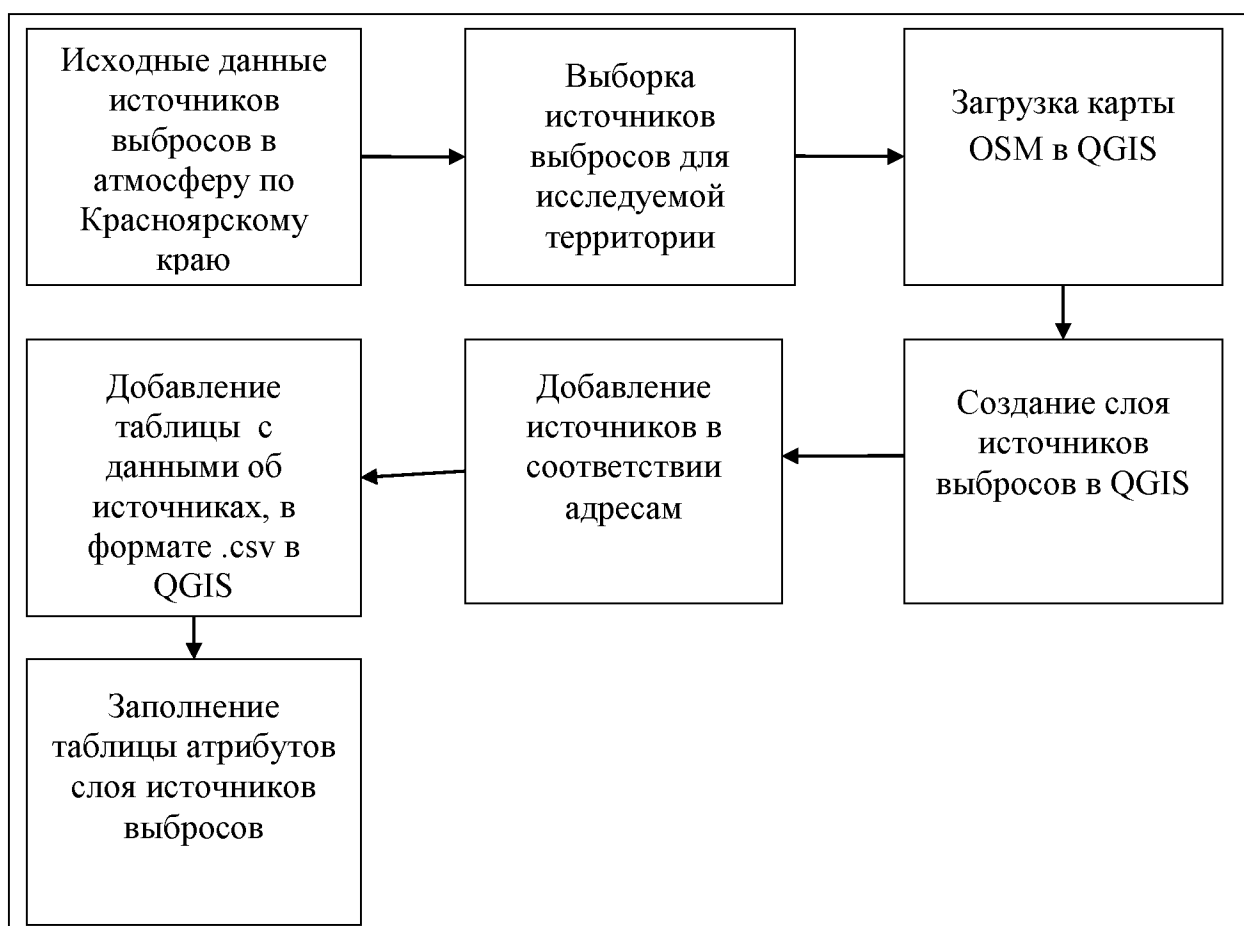


Рисунок 7 — Схема процесса обработка данных источников выбросов в атмосферу

Статистические данные, которые собирает и обрабатывает Росстат, имеют пространственную привязку по коду Общероссийского классификатора административно-территориального деления (ОКАТО). Каждый объект имеет индивидуальный код ОКАТО. Это позволяет работать с данными на уровне муниципальных районов, строить карты, выделять объекты по необходимым территориям (рисунок 8).

С помощью функции фильтрации Excel по коду ОКАТО были отобраны источники выбросов в атмосферу, входящие в Красноярскую агломерацию. В отчетах по 2ТП-воздух имеются адреса источников выбросов в атмосферу, использование карты-подложки OSM, с отображением наименований улиц, номеров домов, позволяет по ней вынести источники выбросов в отдельный слой (рисунок 9, 10).

1	ID	NAME	ADDRESS	OKVED	OKVED2	ОКАТО
2	0490	Дирекция по теплоснабжению ст. Иланская	г. Иланск, ст. Иланская, ул. Локомотивная, 6 ул. Лок	60.10.1	I	04218
3	0491	Иланская дистанция пути ПЧ-5	г. Иланский, ул. 28 декабря, 22	60.10.1	I	04218
4	0493	Иланское ремонтное вагонное депо	г. Иланский, ул. Голованя, 7	60.10.1	I	04218
5	0498	ООО Шапкинское ЛЭП, Енисейского р-на	п. Шапкино, ул. Центральная, 26	02.01.1	A	04215
6	0499	МУП ЖКХ Нефтяник (ЖКХ Каргинское)	с. Абалаково Енисейского р-на	70.32.1	K	04215
7	0500	Енисейский район водных путей и судоходства	г. Енисейск, ул. Ленина, 67	63.22.2	I	04412
8	0501	Ивановская сельская администрация	с. Ивановка, Ермаковского р-на, ул. Ленина, 12	75.11.32	L	04216
9	0502	ООО Энергоресурс	Минусинский р-н, а/я 297	70.32.1	K	04233
10	0503	Администрация МО Нижне-Сузтукский сельсовет	с. Н-Сузтук Ермаковского р-на ул. советская, 5	75.11.32	L	04216
11	0505	ЗАО Курагинское	с. Марино Курагинского р-на, ул. Береговая, 1			04230
12	0506	Колхоз им. Ленина Ермаковского р-на	Ермаковский р-н, с. Семенниково	01.11.1	A	04216
13	0507	КГУ Центр социального обслуживания Тесь	г. Минусинск, ул. Абаканская, 72 а/я 112	85.31	N	04423
14	0508	МП Управление ЖКХ Курагинского р-на	п. Курагино, ул. Партизанская, 101А	70.32.1	K	04230
15	0509	Семенниковская сельская администрация	с. Семенниково Ермаковского р-на	75.11.32	L	04216
16	0510	МУП Теплоэнергия Курагинский р-н	п. Курагино Курагинского р-на	40.30.3	E	04230
17	0511	АООТ Строитель (АООТ Стройдеталь) с. Идринское	с. Идринское Идринского р-на, ул. Титова, 28	26.61	DI	04217
18	0512	Администрация МО Ойский сельсовет	п. Ойский Ермаковского р-на	75.11.32	L	04216
19	0513	Мигнинская сельская администрация	с. Мигна Ермаковского р-на, ул. Щетинкина, 46	75.11.32	L	04216
20	0514	ЗАО ДПМК Каратузская	с. Каратузское, Каратузского р-на, ул. Таежная, 3	62.10.1	I	04222
21	0515	Завод ЖБИ г. Уяр	ст. Уяр, ул. 30 лет Победы	26.61	DI	04257

Рисунок 8 — Фрагмент таблицы исходных данных по источникам выбросов

Многие предприятия занимают большую площадь, некоторые имеют несколько источников выбросов, однако, в том масштабе, который рассматривается, пространственное распределение не важно, поэтому в качестве источника выбросов указывается центр занимаемой территории.

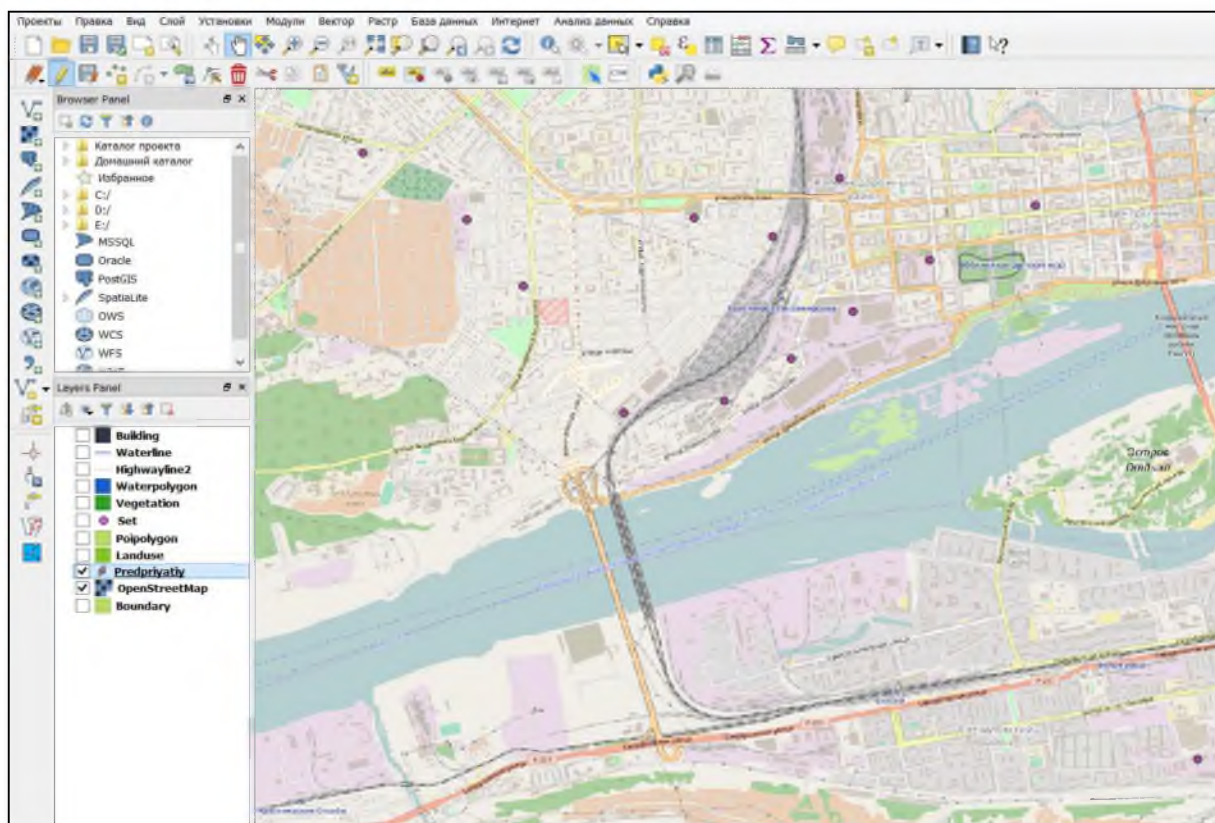


Рисунок 9 — Вынос точек источников выбросов



Рисунок 10 — Спутниковый снимок Красноярской ТЭЦ-1

	id	Vozduh_NAME	Vozduh_ADDRESS	Vozduh_OKVED	h_Ok	Vozduh_OKATO
33	641	ОАО Красноярскэнергоспецремонт	г. Красноярск, ул. Электриков, 160	40.10.41	E	4401
34	642	МУП Водоканал г. Красноярск	г. Красноярск, ул. Парижской коммуны, 41	70.32.1	K	4401
35	643	ЗАО Красноярский ЯР-Шина	г. Красноярск, ул. Тамбовская, 5	25.11	DN	4401
36	684	ОАО Красноярский речной порт	г. Красноярск, ул. Коммунальная, 2	63.11.1	I	4401
37	691	ООО Левобережное спецуправление	г. Красноярск, ул. Дудинская, 3	45.33	F	4401
38	700	ОАО Красноярское АТП -1	г. Красноярск, ул. Спандаряна, 1	63.40	I	4401
39	994	ООО Комбинат Волна	г. Красноярск, ул. Мусорского, 15	26.65	DI	4401
40	995	ОАО Германий	г. Красноярск, ул. Транспортный проезд, дом1, ...	27.45	DJ	4401
41	996	ООО Технолог	г. Красноярск, ул. Алексеева, 107	63.40	I	4401
42	1259	ООО Деревообрабатывающая компания Мек...	г. Красноярск, ул. Пограничников, 46	20.30.1	DD	4401

Рисунок 12 — Фрагмент таблицы атрибутов слоя источников выбросов

На данном этапе были обработаны исходные данные по источникам выбросов в атмосферу. В результате обработки создан точечный слой Enterprise, добавлена информация об источниках в таблицу атрибутов слоя. Общее количество источников выбросов — 191 объект.

3.1.2 Методы расчета концентраций загрязняющих веществ

Основным документом, регламентирующим рассеивание и определение приземных концентраций примесей из источников выбросов в России, является "Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86" [17].

Методика предназначена для решения практических задач, связанных с прогнозом загрязнения атмосферного воздуха, и использует формулы, полученные на основе решения уравнения турбулентной диффузии [17].

Методика позволяет производить расчеты рассеивания примесей, выбрасываемых в атмосферу одиночными точечными, линейными источниками и группой источников, с учетом влияния рельефа местности, определять предельные концентрации загрязняющих веществ в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикальное распределение концентраций [17].

Выброс вредных веществ в атмосферу должен производиться таким образом, чтобы загрязнение воздушной среды в приземном слое не превышало установленных предельно допустимых концентраций [18].

На процесс рассеивания в атмосфере выбрасываемых из дымовых труб и вентиляционных устройств промышленных выбросов существенное влияние оказывают следующие факторы: состояние атмосферы; физические и химические свойства выбрасываемых веществ (плотность, температура газа, дисперсный состав пыли и т.д.); высота и диаметр источника выброса; расположение источников; рельеф местности [17].

Пример распределения концентрации загрязняющих веществ в атмосфере под факелом высокого точечного источника показан на рисунке 13.

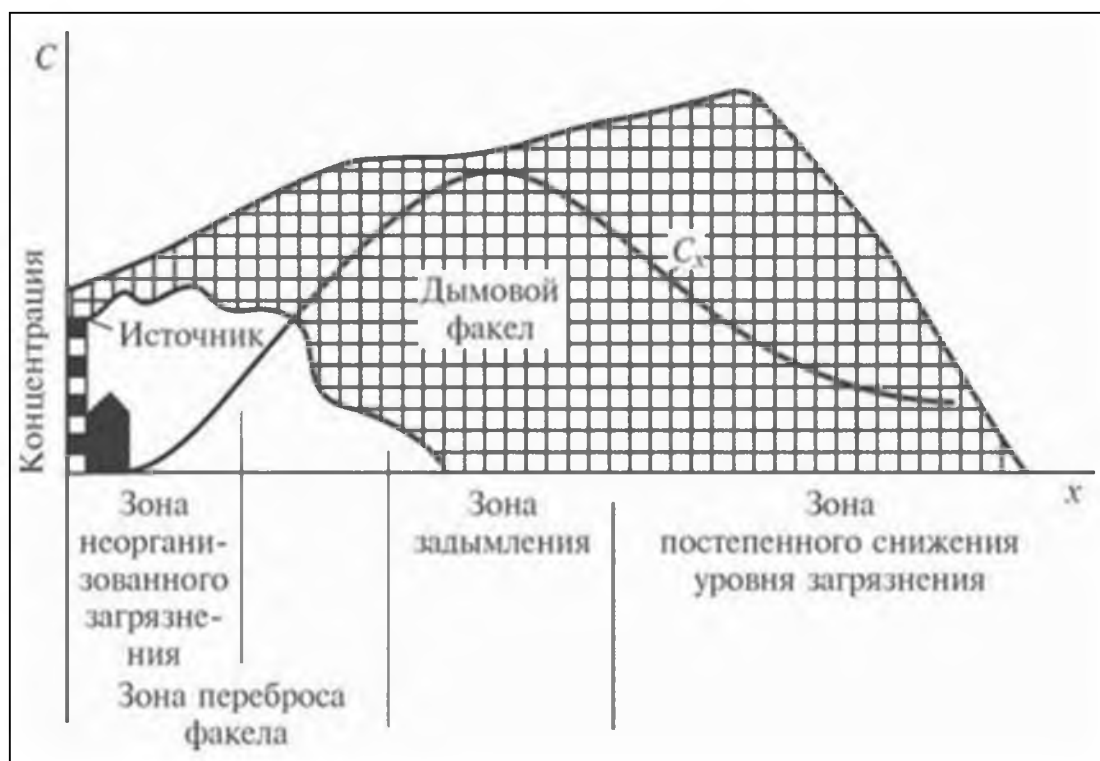


Рисунок 13 — Распределение концентраций загрязняющих веществ от источника

Модели строятся на предположении, что шлейф загрязняющего вещества имеет гауссово распределение и концентрация в заданной точке по направлению ветра может быть рассчитана с помощью обобщенного уравнения Гаусса [19]

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где σ — среднеквадратическое отклонение распределения;

σ^2 — дисперсия;

μ — математическое ожидание.

Достоинства модели, благодаря которым она нашла наибольшее применение при расчетах загрязнения атмосферы в большинстве стран мира, заключается в следующем [19]:

а) поле концентрации от одного или нескольких источников выбросов описывается алгебраическими соотношениями, благодаря чему машинные реализации этой модели отличаются высоким быстродействием и не требуют больших объемов памяти [19].

б) Гауссово приближение рассеяния позволяет учитывать множество факторов, влияющих на уровни концентраций примесей в приземной атмосфере [19].

На каком-то, сравнительно близком от начальной зоны загрязнения, расстоянии концентрация примесей над поверхностью земли начинает достигает максимального значения, а затем сначала быстро, а потом медленно начинает уменьшаться [20].

Для построения карты, отображающей пространственное распределение загрязняющих выбросов в атмосферу, необходимо произвести расчеты, используя формулу распределения Гаусса (рисунок 14).

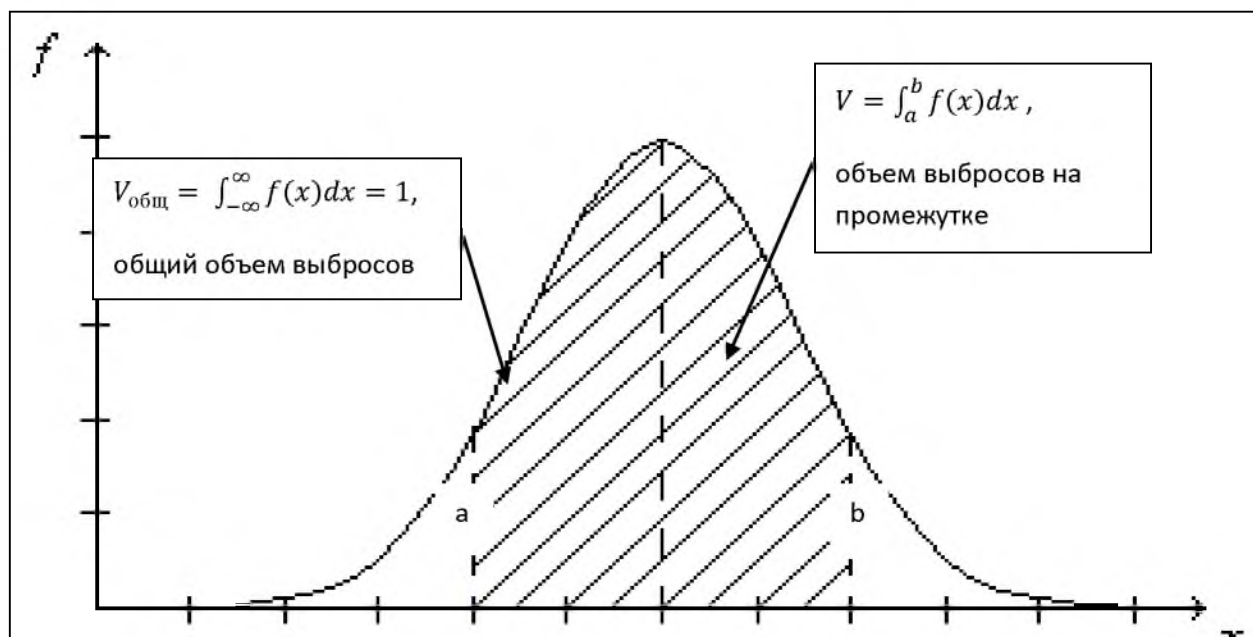


Рисунок 14 — Распределение концентрации загрязняющих веществ

Интеграл общего объема выбросов равен 1, для расчета выбросов в заданных точках берется интеграл от рассматриваемой площади.

3.1.3 Пространственное распределение выбросов загрязняющих веществ

Карта пространственного распределения выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников построена по данным 2ТП-воздух и заранее подготовленному слою источников выбросов (см. п.3.1.1). При помощи ГИС Quantum GIS выполнена реляционная связь этих таблиц по коду предприятия и получен точечный слой в формате ESRI Shapefile, содержащий для каждого предприятия массы выбросов по более чем 50 загрязняющим веществам за 2015 г.

Для оценки пространственного распределения выбросов различных загрязняющих веществ используется упрощенная модель Гауссовой диффузии: предполагается линейное уменьшение влияния выбросов и их изотропность. Рельеф местности и преобладающие направления ветров не учитываются. При этом на карту выносятся величина, имеющая выражаемая в тоннах на километр

(по аналогии с картами потенциалов). Для этого написана программа на языке Python, которая по регулярной сетке точек в системе координат Гаусса-Крюгера вычисляет эти «потенциалы» и выводит их в файл в формате CSV, в котором первые два столбца содержат координаты точки, а третий – полученную величину. Интерфейс программы представлен на рисунке 15.

```
import numpy as np
from math import sqrt
from sys import stdin
# Функция для разбора входного файла в формате CSV
def loadFromFile(F):
    Points=[]
    while True:
        nextLine = F.readline();
        if not nextLine: break
        vals = nextLine.split('\t')
        Points.append([float(x) for x in vals])
    return Points
# Загрузка входных данных через стандартный поток ввода
P = loadFromFile(stdin)
# Обход по сетке с шагом 5 километров
for x in np.arange(16440000.0, 16550000.0, 5000.0):
    for y in np.arange(6190000.0, 6290000.0, 5000.0):
        s = 0 # Инициализация
        # Для всех источников выбросов
        for xp,yp,v in P:
            # Вычисление расстояний
            dist = sqrt((x-xp)**2 + (y-yp)**2)
            s += v/dist
        print x,y,s
```

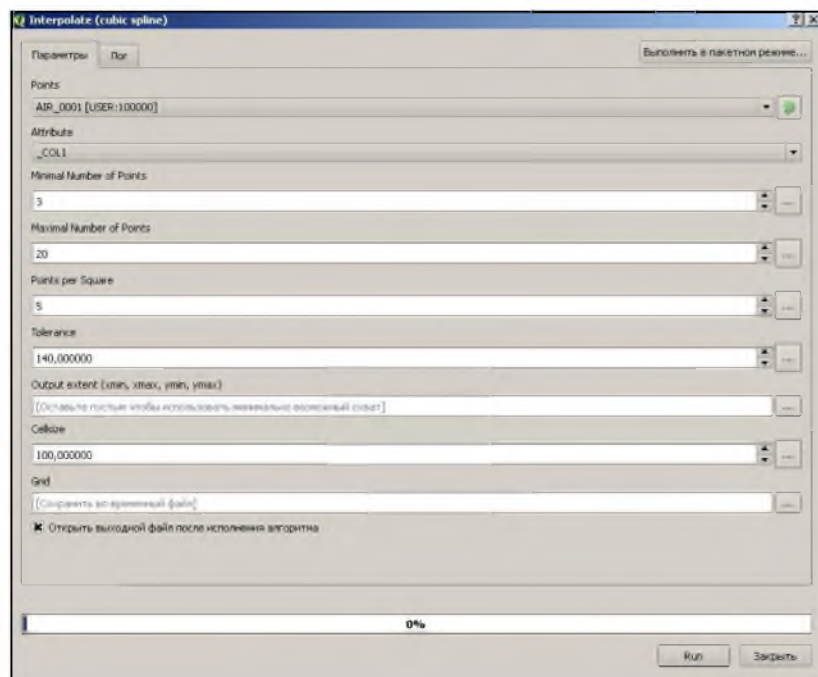


Рисунок 15 — Параметры для аппроксимации кубическими сплайнами

Полученные CSV-файлы для каждого загрязняющего вещества были загружены в Quantum GIS, где на их основе построены точечные слои сетки, по которой построена пространственная аппроксимация пространственного распределения выбросов при помощи кубических сплайнов (рисунок 16). Для этого использовалась ГИС SAGA. При этом использовались следующие параметры: минимальное количество точек – 3; максимальное количество точек – 20; уровень толерантности – 140 м.; размер получаемой ячейки – 100 м.

В результате получен файл в формате GeoTIFF, для которого заданы стили отображения, используя квантили и классификацию значений на 5 классов. В Quantum GIS построены макеты карт, примеры которых для общих выбросов и диоксида углерода показаны на рисунке 17, 18.

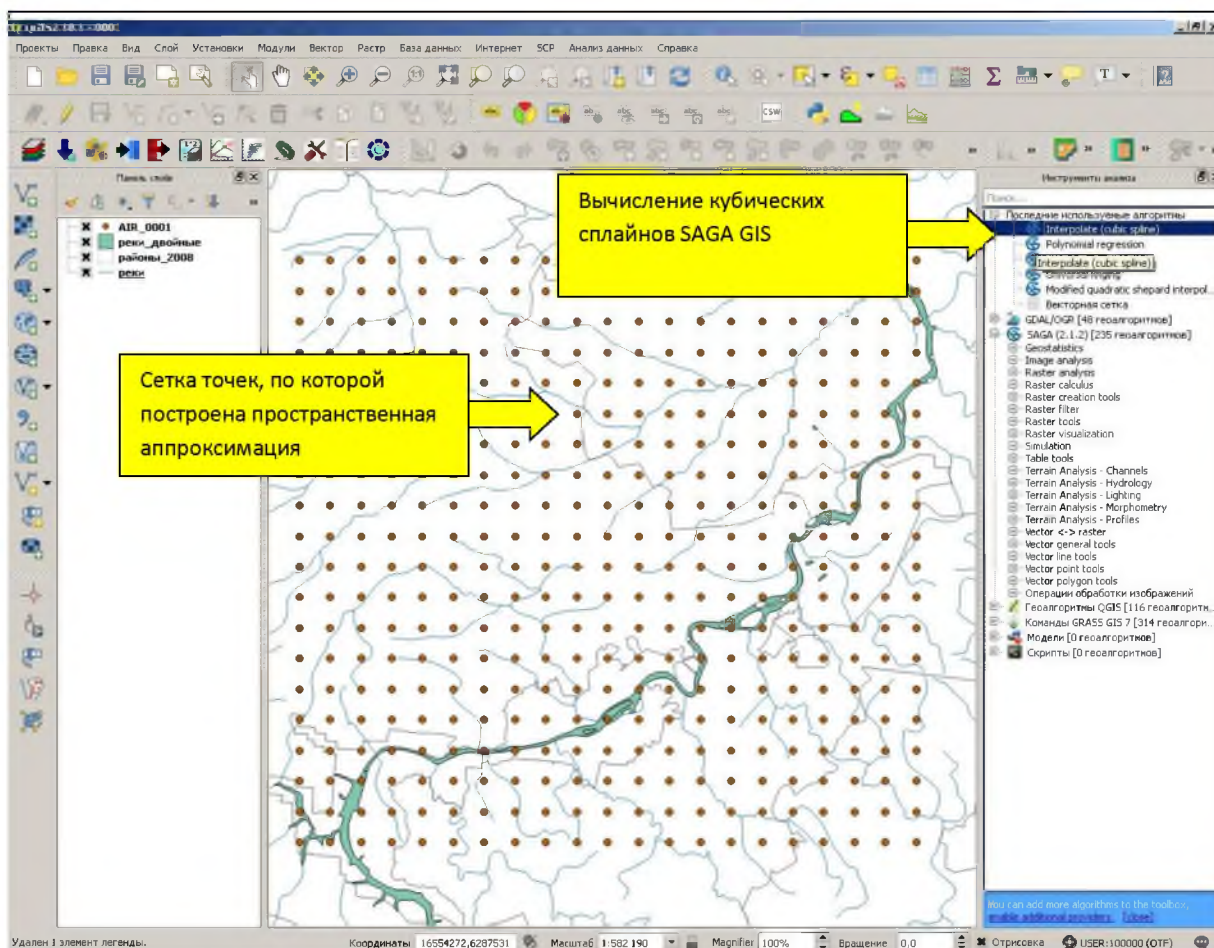


Рисунок 16 — Пространственная аппроксимация в Quantum GIS

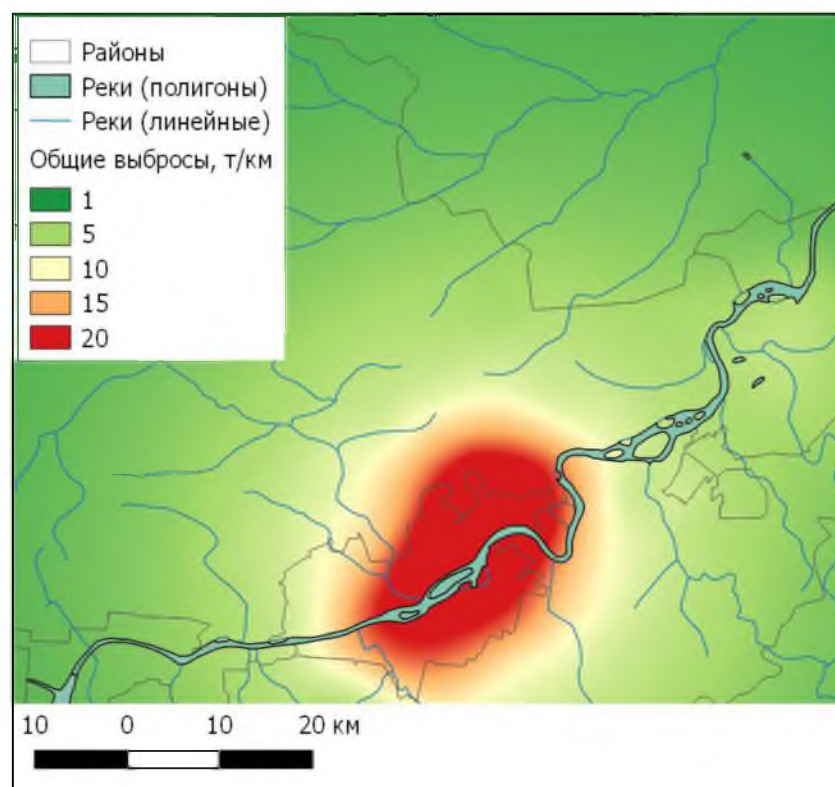


Рисунок 17 — Карта пространственного распределения выбросов загрязняющих веществ

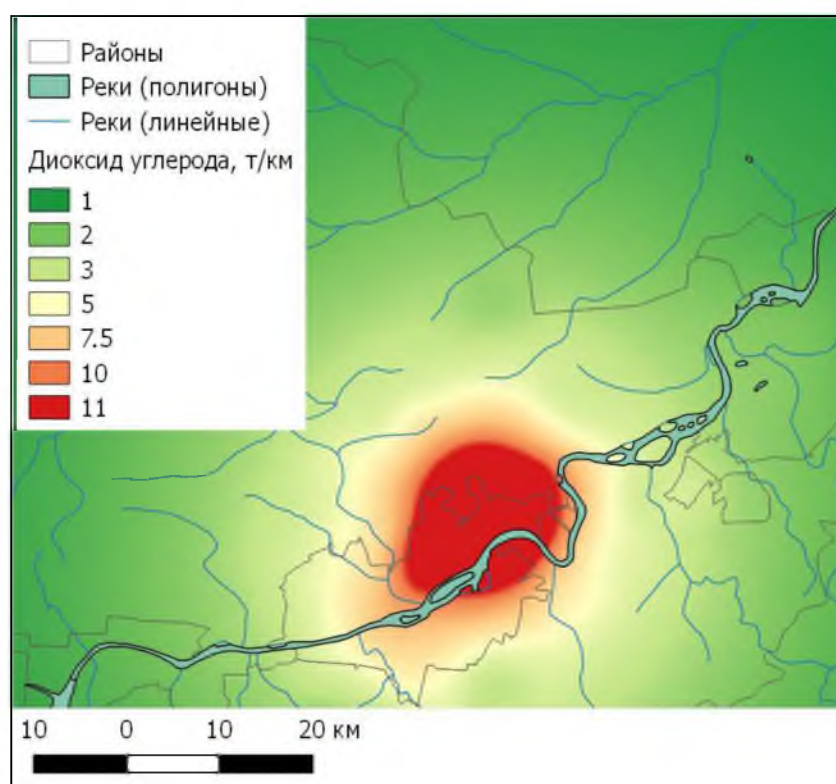


Рисунок 18 — Карты пространственного распределения диоксида углерода

Легенды представляют распределение объемов выбросов.

3.2 Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Использование воды имеет значительные негативные последствия: сброс загрязненных и недостаточно-очищенных вод в поверхностные водоемы, накопители и на рельеф приводит к загрязнению поверхностных и грунтовых вод. Данные государственных докладов содержат информацию о количестве забора свежей и сброса загрязненной воды. Данные обрабатываются и загружаются в QGIS для создания тематических карт.

3.2.1 Показатели забора и сброса воды по районам

Схема процесса обработки данных источников сбросов в водные объекты показана на рисунке 19. Для картографического отображения влияния на водные объекты, используются данные государственных докладов. На основе данных, по количеству забора свежей воды и сброса загрязненной воды в млн. м³, были созданы тематические карты (рисунок 20, 21).

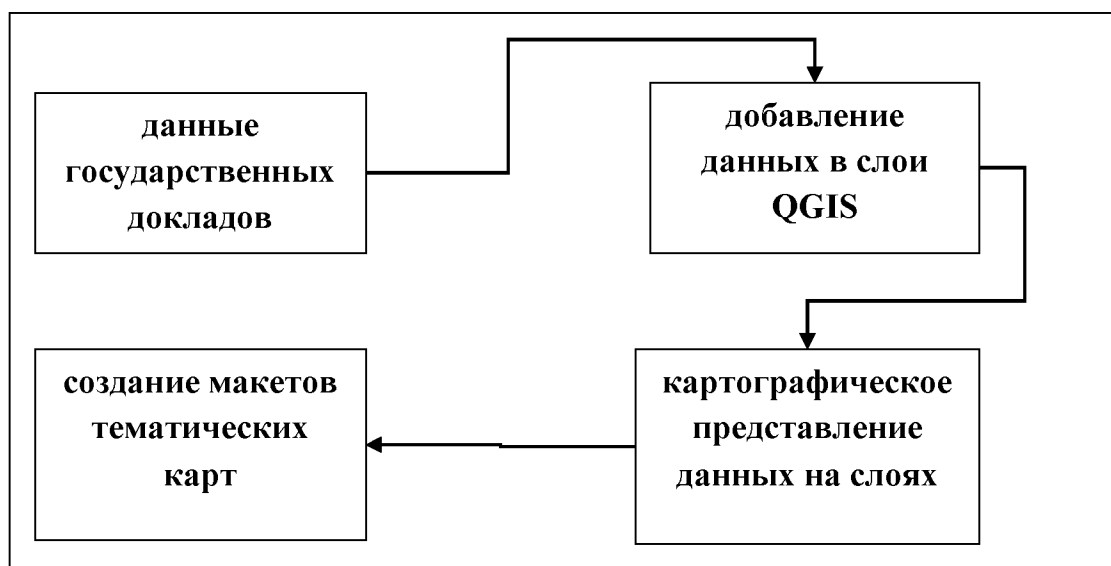


Рисунок 19 — Схема процесса обработки данных по источникам сброса в воду

По данным карт можно увидеть, что в 2015 г. наибольшие объемы забираемых и сбрасываемых вод отмечаются в Красноярске и Железногорске. Одной из причин такого количества используемых вод является большое количество населения, промышленности в данных городах.



Рисунок 201 — Показатели забора свежей воды



Рисунок 21 — Показатели сброса загрязненной воды

Легенда представляет распределение сбросов в млн м³.

3.2.2 Карты пространственного распределения массы сбросов загрязняющих веществ

Основные загрязняющие вещества, поступающие в водные объекты, при превышении ПДК, изменяют физические и химические свойства воды, что существенно ухудшает качество воды и может делать невозможным ее использование в бытовых и питьевых целях. Наиболее часто в загрязненных поверхностных и подземных водах встречаются: хлориды, сульфаты, цинк, железо, нитраты, фенолы.

Данные 2ТП-водхоз использованы для создания карт, отображающих пространственное распределение массы сбросов загрязняющих веществ по муниципальным районам. На рисунке 22 показано распределение цинка, наибольшее количество цинка выбрасывается в г. Красноярске, наименьшее в г. Железногорске и Емельяновском районе.



Рисунок 22 — Общее количество массы сбросов цинка по районам за 2015 год

На рисунке 23 показано загрязнение водных объектов цинком. Цинк в воде содержится в виде солей и соединений. В случае, если количество цинка в воде превышает норму, человек может получить значительный ущерб организма. Особенно сильно он нарушает метаболизм железа и меди в организме. Наибольшее количество цинка сбрасывается в Енисей, наименьшее в Базаиху и Качу. Среди источников цинка по массе выделяются: ООО "КрасКом", ТЭЦ-1, МУП "Жилкомсервис" г. Сосновоборска, ООО "Аэропорт Емельяново", МП "Гортеплоэнерго" г. Железногорска.



Рисунок 23 — Масса сброса цинка в реки за 2015 год

Данные 2ТП-водхоз содержат информацию о водопользователях, водных объектах, о наименованиях загрязняющих веществ, количестве сброшенных загрязняющих веществ по каждому источнику загрязнения. На их основе созданы карты, отображающие распределение загрязняющих веществ по водным объектам.

3.3 Обращение бытовых и промышленных отходов

Схема процесса обработки данных по массам обращения бытовых и промышленных отходов приведена на рисунке 24. Промышленные и бытовые отходы являются основным источником загрязнения ОС. Они способны приводить к глобальным и локальным негативным изменениям в экосистеме, устранение таких изменений достаточно сложный процесс, который не всегда возможен.

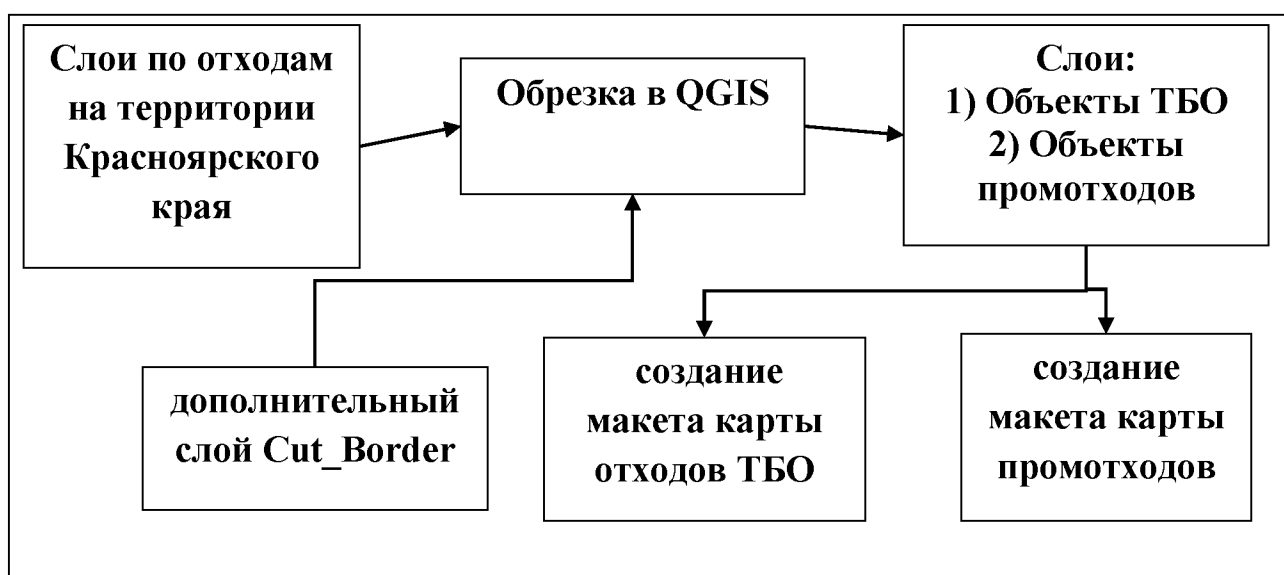


Рисунок 24 — Схема процесса обработки данных по массам обращения бытовых и промышленных отходов

3.3.1 Подготовка карты объектов размещения отходов

Для создания наглядного отображения размещения бытовых и промышленных отходов, использовалась карта кадастра отходов по территории центральных районов Красноярского края.

Была произведена обрезка исходных данных, классификация отходов по типу размещения: свалки, несанкционированное размещение, полигоны отходов, отвалы, крытые и открытые площадки и т.д. (рисунки 25, 26).



Рисунок 252 — Объекты размещения твердых бытовых отходов



Рисунок 26 — Объекты размещения промышленных отходов

Отображение размещений отходов показывает, что на территории Красноярской агломерации существует большое количество несанкционированных свалок. Размещаясь на почвенном покрове, разложение таких отходов способны причинить огромный вред земле, подземным водам и растительности.

3.3.2 Анализ пространственного распределения массы обращающихся отходов

Для изучения динамики массы обращения отходов за период 2006–2015 гг. были построены линейные регрессионные модели, отражающие основные тенденции в увеличении или уменьшении количества образующихся отходов. Полученные линии трендов позволяют прогнозировать изменения в массах обращения отходов на ближайшие годы и наглядно представить характер этих изменений. Угловым коэффициентом на графике линейной регрессии показывает увеличение или уменьшение количества отходов. Тематическая карта, на которой отражен этот угловой коэффициент показывает пространственную динамику масс обращения отходов в разрезе муниципальных районов.

Для картографического отображения динамики массы обращающихся отходов были использованы данные регионального кадастра отходов, разработанном в Красноярском филиале АО "Научно-исследовательский и производственный центр "Природа" на основе форм государственной статистической отчетности 2ТП-отходы. Кадастр отходов функционирует на базе СУБД PostgreSQL, из которой данные были выгружены в формат Excel (рисунок 27). Данные представлены таблицами, содержащими информацию об обращении отходов в разрезе предприятий и муниципальных районов по следующим разделам:

- а) наличии отходов на начало отчетного года;
- б) образовании отходов за отчетный год;
- в) поступлении отходов из других организаций;

г) использовании отходов;

д) обезвреживании отходов;

е) передачи другим организациям, из них:

- для использования
- для обезвреживания
- для хранения
- для захоронения

ж) размещении отходов на собственных объектах за отчетный год, из них:

- хранение
- захоронение

з) наличии на предприятиях на конец отчетного года.

Муниципальные образования	Наличие отходов на начало отчетного года	Образование отходов за отчетный год	Поступление отходов из других организаций		Использование отходов	Обезвреживание отходов	Передача другим организациям					Размещение отходов на собственных объектах за отчетный год			Наличие на предприятиях на конец года
			Всего	в т.ч. по импорту			всего	из них				всего	из них		
								для использования	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		хранение	захоронение	
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Березовский р-н	3,3	7706,485	5791,139	0	12306,725	0,63	1193,569	274,876	4,641	0	914,052	0	0	0	0
Емельяновский р-н	81254,45	54834,276	2,758	0	42611,072	0,003	3749,745	16,145	1730,768	0	2002,792	8462,37	8462,37	0	89730,662
Манский р-н	0	799670,886	0	0	799635,292	0	35,594	0	0,006	0	35,588	0	0	0	0
Сухобузимский р-н	0	34972,023	0	0	34616,53	0	355,49	30,923	3,259	0	321,308	0	0	0	0,003
г. Дивногорск	157,327	6164,374	0	0	4215,726	0	2094,832	1075,236	2,015	0	1017,581	0	0	0	11,143
г. Железнодорожск	8205,091	48369,468	73494,022	0	317,508	0,02	39539,11	2947,233	25,219	21852,996	14713,662	88294,335	1,476	88292,859	1919,083
г. Красноярск	13980548,08	1363441,603	527526,23	0	1117441,102	808,874	1014063,7	401059,14	1888,16	983,028	610126,39	826437,7	500639,63	325458,444	13423742,81
г. Сосновоборск	0	14860,747	21583	0	0,24	0	475,507	0	0,803	0	474,704	35968	35968	0	35968

Рисунок 27 — Фрагмент таблицы данных регионального кадастра
ОТХОДОВ

Наиболее важной с точки зрения воздействия на окружающую среду является информация об образовании отходов за отчетный год, использовании и обезвреживании отходов (была получена сумма этих показателей), размещении отходов на собственных объектах. По этим показателям была получена группировка данных по кодам ОКАТО при помощи SQL-запросов и серия таблиц, в которых по строкам идут муниципальные районы, а по столбцам — образование, утилизация и размещение отходов за 2006–15 гг.

Код SQL-запроса:

```

SELECT  a.raion, b.name
FROM    ttpo_ent a, district b
WHERE   a.raion=b.id
GROUP BY a.raion, b.name
ORDER BY a.raion

```

3.3.3 Регрессионный анализ массы обращающихся отходов по районам

Для построения графиков и линий трендов использовался Excel, чтобы спрогнозировать дальнейшее уменьшение или увеличение количества образований, размещений, использование и обезвреживание отходов по районам, необходимо задать отображение уравнения линий трендов, имеющий вид

$$y = k \cdot x + b, \quad (2)$$

где k — угловой коэффициент;

b — показывает пересечение с осью ОУ;

x — независимая переменная.

В случае, если коэффициент k будет принимать отрицательное значение, то это означает уменьшение динамики данных, если будет положительное значение, то это означает увеличение. При анализе всех данных определяется: уменьшается или увеличивается негативное влияние на окружающую среду в районах.

На рисунке 28 можно наглядно увидеть графики и линии трендов районов (названия районов определяются по таблице 3 — Коды ОКАТО) по разным показателям. Например, линии трендов, по данным образования отходов на конец отчетного года за 10 лет, показывают, что в Железногорске динамика образований отходов увеличивается, коэффициент уравнения положительный, в Сухобузимском районе, наоборот, уменьшается, коэффициент уравнения отрицательный.

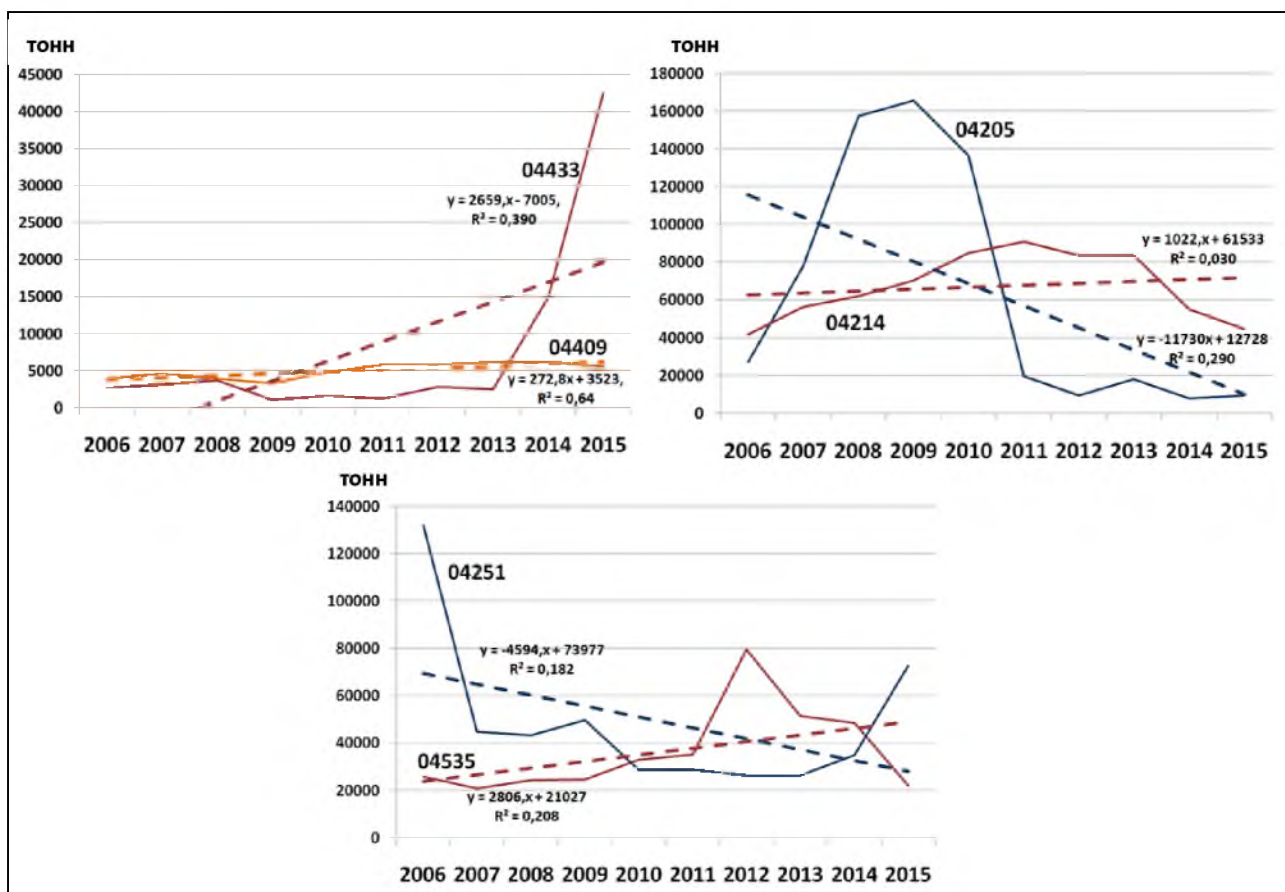


Рисунок 28 — Линейная регрессия массы образования отходов

Использование данных Регионального кадастра отходов, также позволяет оценить влияние каждого района в процентном отношении. С помощью построения диаграмм в Excel можно определить, какой из районов имеет наибольшую или наименьшую долю образования, размещения, утилизации отходов.

Представленная гистограмма (рисунок 29) отражает пространственное распределение массы образования и размещения отходов на полигонах за 2015 год. Наибольшее количество размещенных отходов приходится на г. Красноярск и Березовский район. Среди этих отходов по массе выделяются золошлаки ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, минеральные шламы производства алюминия на Красноярском алюминиевом заводе, а также бытовые отходы, размещаемые на объектах ООО «Юрма-М», ОАО «Автоспецбаза», ООО

«Красноярский жилищно-коммунальный комплекс», ООО «Вторичные ресурсы Красноярск» .

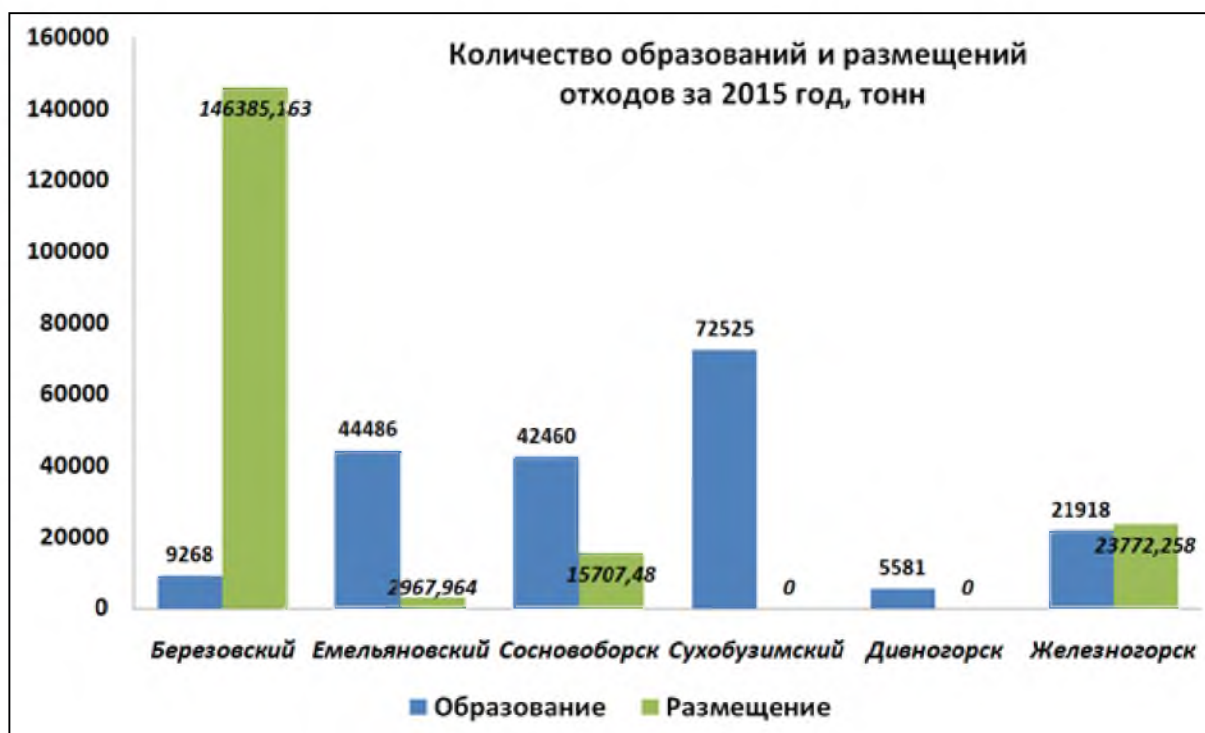


Рисунок 29 — Распределение масс обращения отходов по районам

Наибольшее количество образованных отходов приходится на г. Красноярск (что объясняется большим количеством населения и образующихся бытовых отходов и большим числом предприятий промышленности) и Манский район, в котором основная масса образования отходов (грунт, образовавшийся от вскрыши при добыче полезных ископаемых) приходится на ООО «Голд Филд». Масса образования отходов остальных муниципальных районов, в которых в основном расположены сельскохозяйственные предприятия, мала.

Для картографического отображения коэффициентов линейной регрессии, была создана и загружена в QGIS таблица, содержащая их значения (рисунок 30).

1	NAME	k использования и обезвреживания	k размещения	k образования
2	Березовский	-6458	7896	-11730
3	Емельяновский	801	-2785	1022
4	Манский	89419	0,15	8990
5	Сухобузимский	-3849	-1,888	-4594
6	Дивногорск	347	-619	273
7	Железногорск	-124	2714	2806
8	Красноярск	-5E	-28302	-5E
9	Сосновоборск	-8,5	234	2659

Рисунок 30 — Значение угловых коэффициентов

Используя полученные коэффициенты, были созданы тематические карты, по которым можно визуальнo представить динамику по районам.

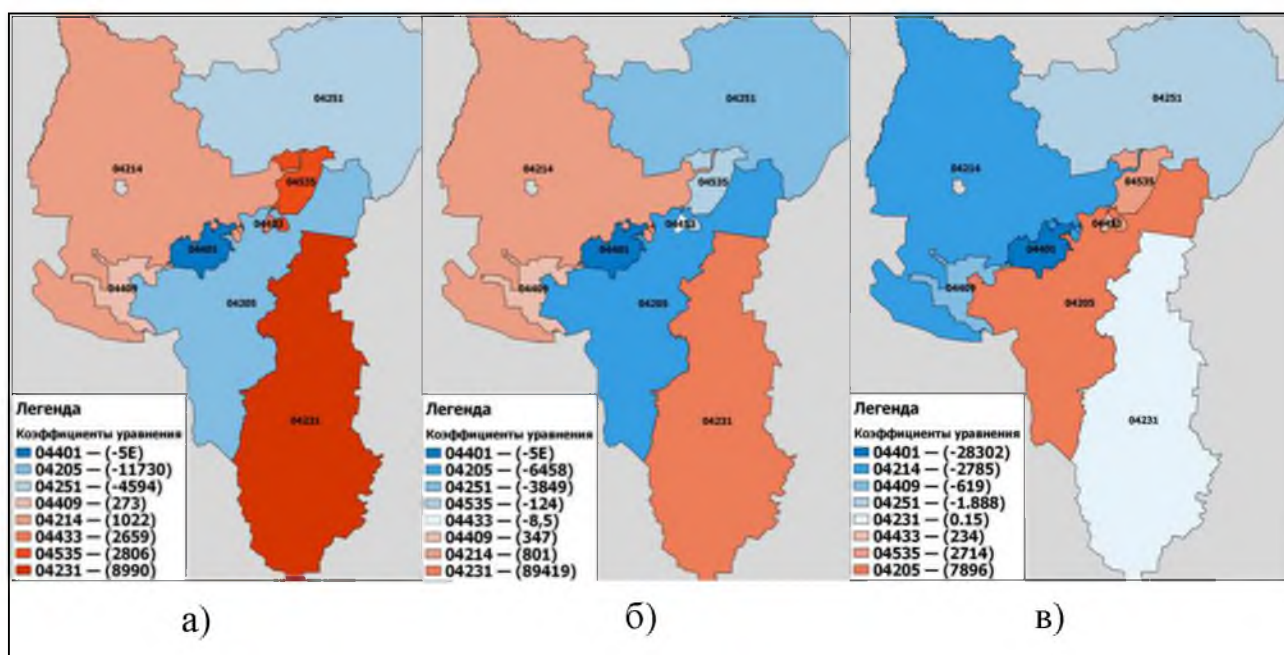
Для отображения подписей районов были использованы коды ОКАТО, применяя таблицу 3, достаточно просто определить название района или города.

Таблица 3 — Коды ОКАТО

Код ОКАТО	Название
04205	Березовский район
04214	Емельяновский район
04231	Манский район
04251	Сухобузимский район
04401	Красноярск
04409	Дивногорск
04433	Сосновоборск
04535	Железногорск

Числовые значения показывают, на сколько с каждым годом увеличиваются или уменьшаются массы обращения отходов в каждом районе. Угловой коэффициент в уравнении линейной регрессии позволяет сделать прогноз ситуации с образованием и размещением отходов в муниципальных районах на ближайшие годы.

Рисунок 31а показывает рост массы образования отходов имеет в Емельяновском, Манском районах, г. Дивногорск, г. Железногорск, г. Сосновоборск, снижение в Березовском, Сухобузимском районах



Размещение отходов имеет рост в Березовском районе, Железнодорожном, Сосновоборском, снижение в Емельяновском районе, Дивновском и имеет незначительные изменения ($0 < k < 1$) в Сухобузимском, Манском районах (рисунок 31 в); использование и обезвреживание отходов имеет рост в Манском, Емельяновском районах, Железнодорожном, Сосновоборском (рисунок 31 б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана серия тематических карт, отражающих различные виды негативного воздействия на окружающую среду Красноярской агломерации, в т.ч. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы в водные объекты, образование и размещение бытовых и промышленных отходов. Полученные карты отражают антропогенное воздействие на окружающую среду не только на уровне муниципальных районов, но и локальные особенности пространственного размещения объектов негативного воздействия. В результате решены следующие задачи:

а) на основе публичной карты Open Street Map подготовлены картографическая основа на территорию Красноярской агломерации и ее стилевое оформление;

б) на основе информации 2ТП-воздух произведено геокодирование источников выбросов в атмосферу, был вынесен 191 объект. Произведен анализ распределений концентраций веществ на основе Гауссовой модели диффузии;

в) были построены карты объемов забора воды по муниципальным районам на основе государственных докладов. Наибольшее количество забора имеет г. Красноярск и г. Железногорск. Были использованы данные 2ТП-водхоз и на их основе построены карты массы сброса загрязняющих веществ в разрезе муниципальных районов и водных объектов. Наибольшее количество сброса загрязняющих веществ (цинка) происходит в реку Енисей;

г) подготовлены карты объектов промышленных и бытовых отходов. Выделено 67 объектов промышленных отходов; 97 объектов бытовых отходов. На основе данных РКО были построены линии трендов по образованию отходов. В г. Железногорск и в г. Сосновоборск динамика образования отходов увеличивается;

д) создана серия тематических карт, отражающих различные виды негативного воздействия на окружающую среду Красноярской агломерации.

Таким образом, поставленные цели и задачи работы были достигнуты.

Подготовленные карты пространственного распространения выбросов загрязняющих веществ и разработанная программа расчета концентраций по растровой сетке могут быть в дальнейшем усовершенствованы в части учета направления преобладающих ветров и с использованием модели рельефа. Используемые в работе методы позволяют масштабировать полученные результаты для составления карт антропогенного воздействия на окружающую среду на территорию Красноярского края в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГИС — Геоинформационная система

ОС — Окружающая среда

ОКАТО — Общероссийский классификатор административно-территориального деления

ПДК — Предельно допустимая концентрация

ПДС — Предельно допустимый сброс

РКО — Региональный кадастр отходов

ТБО — Твердые бытовые отходы

ФККО — Федеральный классификационный каталог отходов

OSM — Open Street Map

QGIS — QuantumGIS

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Бобров Е. А. Социально-экологические проблемы крупных городов и пути их решения [Электронный ресурс] : электронный журнал / Научные ведомости Белгородского государственного университета. — 2011. — №15. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-ekologicheskie-problemy-krupnyh-gorodov-i-puti-ih-resheniya>
- 2 Мыларщиков А.М. Систематизация методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] : электронный журнал — 2012. — Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/index.php?id=197>
- 3 Группа 640 РГРТУ [Электронный ресурс] : конспект лекций по экологии / Антропогенное воздействие. Загрязнение и его виды. — Режим доступа : <http://rgrtu-640.narod.ru/ekologiya/36.html>
- 4 РИА НОВОСТИ / Россия сегодня [Электронный ресурс] : Экология. Классы опасности вредных веществ и отходов. Справка. — Режим доступа : <https://ria.ru/eco/20120326/606570176.html>
- 5 РГАУ-МСХА Зооинженерный факультет [Электронный ресурс] : Классификация загрязняющих веществ. — Режим доступа : <http://www.activestudy.info/klassifikaciya-zagryaznyayushhix-veshhestv/>
- 6 Академик [Электронный ресурс] : Красноярская агломерация это. — Режим доступа : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1813229>
- 7 Сайт OpenStreetMap [Электронный ресурс] : OpenStreetMap. — Режим доступа : <http://www.openstreetmap.org/about>
- 8 Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2008 году" — Красноярск, 2009. — С. 226.
- 9 Программы для экологов [Электронный ресурс] : Форма 2-ТП воздух. — Режим доступа : <http://ecoreport.ru/forma-2-tp-vozduh.html>
- 10 Программы для экологов [Электронный ресурс] : Форма 2-ТП отходы. — Режим доступа : <http://ecoreport.ru/forma-2-tp-othody.html>

11 ЭкоПромПроект [Электронный ресурс] : Форма 2-ТП водхоз. — Режим доступа : http://www.eco-nn.ru/m_2-tp_vodhoz.html

12 Голиченков А. К. Экологическое право России: словарь юридических терминов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / А. К. Голиченков, С. А. Боголюбов, Г. А. Волков. — 2008 — Режим доступа: <http://biblio.dvags.ru/marcweb/Pdf/..%5Cpdf%5CBooksNew%5Cgolichenkov1.pdf>

13 Федеральный классификационный каталог отходов: приказ от 18.07.2014. №445 — Москва, 2014 — С. 75

14 Сайт программного обеспечения QuantumGIS [Электронный ресурс]: Документация QGIS 2.0. — Режим доступа: http://docs.qgis.org/2.0/ru/docs/user_manual/plugins/plugins_gdaltools.html

15 Экологические услуги [Электронный ресурс] : Источники выбросов. — Режим доступа : <https://ecolusspb.ru/articles/istochniki/>

16 Википедия [Электронный ресурс]: Красноярская ТЭЦ-1 — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Красноярская_ТЭЦ-1

17 Бекетов В. Е. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и методики расчета приземных концентраций [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. Е. Бекетов, Г. П. Евтухова, Ю. Л. Коваленко. — Харьков : ХНАГХ, 2011. — Режим доступа: http://eprints.kname.edu.ua/21234/1/СЮ_печ_вар_пл_2009_35Л_24_09_2010_РАССЕИВАНИЕ_5_К_Лекции_осенний_семестр_зам.pdf

18 Научно-образовательная литература [Электронный ресурс]: Методика расчета высоты трубы, для рассеивания выбросов — Режим доступа: http://libraryno.ru/2-3-4-metodika-rascheta-vysoty-truby-dlya-rasseivaniya-vybrosov-sist_zash_sr_ob/

19 Ложкина О. В., Попов В.В., Кузнецова А.Д. Анализ физико-математических моделей атмосферной диффузии применительно к оценкам воздействия автотранспорта на городскую среду [Электронный ресурс] : электронный журнал — Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/fknt/stetsjuk/library/article5.htm>

20 Лейкин И. Н. Рассеивание вентиляционных выбросов химических предприятий: (Проектирование и расчет) — Москва : Химия, 1982. — С. 34.

21 Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2015 году" — Красноярск : Природа, 2016. — С. 334.

22 СТО 4.2 — 07 — 2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению, и оформлению документов учебной деятельности: стандарт организации. — Красноярск, 2014. — С. 60.